



РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)

Научно-техническая библиотека

ДАЙДЖЕСТ перспективные технологии развития отрасли железнодорожного транспорта III КВАРТАЛ 2025



Ростов-на-Дону

Составитель: главный библиотекарь НТБ О.П. Сокирка

Оглавление

Высокоскоростные магистрали России и их влияние на экономику	5
Цифровые сервисы для сотрудников ОАО «РЖД»	9
В Японии представили дизайн нового поколения высокоскоростных электропоездов.	11
Интегрирование системы спутниковой связи Starlink в поезда	12
Развитие технологии виртуальной сцепки	12
Совершенствование методов кодирования информации в системах управления	14
Сквозные цифровые технологии на железнодорожном транспорте	15
Применение технологии виртуальной сцепки на Восточном полигоне	18
Альтернатива светофорной лампе ЖС 12-15+15.....	21
Цифровая модель взаимодействия локомотива и инфраструктуры	23
В Нью-Йорке анонсировали запуск пилотной программы упреждающего выявления потенциальных дефектов пути	24
Во Франции разработана система Vegescan для обнаружения растительности вдоль железнодорожных путей.....	25
Инновационные вагоны для эффективных перевозок	26
ТМХ получил сертификат на новый купейный вагон.....	28
Инновационное решение для снижения износа автосцепки	29
Электрообогрев пассажирских вагонов: технические проблемы и инновационные подходы.....	30
О стратегическом планировании инновационного развития железнодорожного транспорта	32
Изготовлен первый образец	34
Создается новый тепловоз.....	35
Завершена разработка аккумуляторного локомотива Fortescue Zero	36
Установлен рекорд скорости на магнитном подвесе в Китае	38
В Швейцарии провели испытания цифровой автосцепки	39
Электропоезд принят комиссией.....	40
Получен сертификат соответствия.....	41
Определение местоположения поезда в условиях работы систем РЭБ	42

Мониторинг и диагностирование инфраструктуры ВСМ-1	44
Удлиненные контейнерные поезда	47
Технологии интенсивного развития ОАО «РЖД» –эффективный ответ на современные вызовы.....	48
С использованием 3D-печати.....	51
Перспективные методы анализа геометрии рельсовой колеи	52
Новый магистральный тепловоз готов к опытному пробегу.....	54
Современные силовые полупроводниковые приборы для железнодорожного транспорта	55
Направления развития локомотивного комплекса	58
Типы верхнего строения пути для высокоскоростных железных дорог.....	61
Мостовые сооружения как элементы инфраструктура ВСМ	64
Железобетонные шпалы для горно-перевальных участков.....	67
Современные методы диагностики элементов верхнего и нижнего строения пути	68
Обследование скально-обвальных участков беспилотными авиационными системами.....	72
Применение современных путевых шаблонов в путевом хозяйстве	74
Анкерное рельсовое скрепление АКМ-65	76
Перспективные технологии для подвижного состава	78
Перспективы технологической независимости России в железнодорожной отрасли.....	81
Инновации при перегрузке контейнеров на фитинговые платформы: оптимизация работы контейнерного терминала	84
Цифровизация железнодорожного транспорта Российской Федерации как фактор риска кибербезопасности	86
Китай представил поезд на магнитной подушке со скоростью до 600 км/ч ..	90
Современные силовые полупроводниковые приборы для железнодорожного транспорта.....	91
Перспективы применения спутниковой системы связи «ЭКСПРЕСС-РВ» в интересах российских железнодорожных компаний	94
Характеристики и принцип работы маглев-железной дороги.....	97
Цифровизация железнодорожного транспорта и ее влияние на экономическую эффективность	99

Моделирование электромагнитных полей в тяговых сетях, оснащенных средствами повышения электромагнитной безопасности	102
В Китае продолжают строить магнитный «поезд будущего»: новые кадры	105

Высокоскоростные магистрали России и их влияние на экономику

Авторы Помыткина Н.А., Кочарин Н.В.

Необходимость в экономическом и политическом развитии страны порождает потребность в сокращении времени на перевозки. Для удовлетворения этих потребностей железнодорожному транспорту необходимо ежегодно наращивать скорость движения, увеличивать грузонапряженность и грузопропускную способность с поддержанием элементов верхнего строения пути на надлежащем уровне и обеспечением безопасности движения. Однако на сети дорог ограничения в дальнейшем развитии связаны, в первую очередь, с усиленным износом путей, мостов, станционных сооружений, который на некоторых участках достигает 80 – 90 %.

Требования в виде количественного увеличения перемещенного груза предполагает увеличение либо перевозимой одним вагоном массы, либо численности вагонов. Но эксплуатационные требования и технические характеристики железнодорожного пути накладывают ограничения к пропускной способности линии. Разрешение этих противоречий, являющихся движущей силой любых изменений, приведет к принятию значимых решений возможно за счет внедрения инноваций на железнодорожном транспорте.

Для развития железнодорожной отрасли необходимо осуществить переход на новый уровень развития. Объективной закономерностью этого процесса станет переход к абсолютно новым инновационным проектам, таким как высокоскоростные магистрали.

Высокоскоростные магистрали – это не простоновые железные дороги. Это целая система, которая включает современные технологии, новые технические решения, инновационное проектирование и специализированные транспортные средства, способные обеспечить движение на скорости выше 250 км/ч. Согласно планам развития ими планировали охватить Центральную часть России (Нижний Новгород, Воронеж, Казань и др.) вплоть до Урала и части Западной Сибири, построив около 4200 км специализированных высокоскоростных линий со скоростями поездов 300 – 400 км/ч и более 7000 км скоростного движения на существующей инфраструктуре междукрупными региональными центрами со скоростями 160 – 200 км/ч.

С учетом внешних факторов, влияющих на «геополитический код страны», как никогда становятся актуальными национальные приоритеты. В 2023 г. Президентом РФ В.В. Путиным было анонсировано строительство новых веток ВСМ Москва – Ростов-на-Дону – Адлер, и впоследствии до новых регионов России – Луганска и Донецка. Сроки реализации этих масштабных планов были сдвинуты на 2043 г.

Первой «ласточкой» станет пилотный проект возведения трассы 679 км выделенной высокоскоростной железнодорожной линии со специализацией под пассажирское движение Санкт-Петербург – Москва. Магистраль предполагается сделать двухпутной с максимальной скоростью движения 400 км/ч, что позволит преодолеть расстояние между городами за 2 ч 15 мин.

Для снижения приведенных ранее «факторов расплаты» необходимо принять вектор развития, направленный на совершенствование всей железнодорожной отрасли, через применение группы законов развития технических систем, в частности закона вытеснения человека из технической системы. Этот закон подразумевает последовательную передачу машинам трудного и монотонного для человека труда. Это стало возможно благодаря появлению новых инструментов получения информации, позволяющих повысить точность и скорость ее обработки, возникновения преобразователей и систем оценки информации. Но принятие решений попрежнему остается за человеком, потому что человек является более «информационной машиной», чем сами машины.

Наиболее эффективным инструментом для этого служит система BIM-моделирования и управления информационными моделями (ИМ) для объектов инфраструктуры. Технологии информационного моделирования (ТИМ) позволяют не только создавать трехмерные модели объектов, но и наполнять их данными о материалах, конструкциях и инженерных коммуникациях, формировать сроки строительства, что облегчает управление жизненным циклом объекта. Особую значимость ТИМ приобретают и с точки зрения сметной стоимости строительства, достоверность которой позволяет увидеть его прозрачность, контролировать федеральные финансовые потоки, включая целевое использование бюджетных средств и минимизацию коррупционных рисков.



Применение инновационного метода принесет существенную пользу, особенно на участках со сложной геометрией и в тех областях, где требуется применение тяжелой техники, в частности, при пересечении железнодорожного пути с водными преградами, на искусственных сооружениях, пролетных строениях и путепроводах.

При реализации одного из ключевых этапов подготовки к проектированию, сбора исходных данных для инженерных изысканий необходимо максимально использовать спутниковые технологии и БПЛА, а также разработки, сделанные в Роскартографии.

Особое внимание следует уделить созданию единого координатного пространства и единой системы ведения баз геопространственных данных (электронных карт) на основе отраслевых геоинформационных систем ГИС РЖД, позволяющих создать надежный механизм интеграции и синхронизации прикладных информационно-управляющих систем.

Планируется, что к 2026 г. в ОАО «РЖД» начнется массовое создание цифровых двойников, а к 2030 г. – использование их в сочетании с технологиями анализа BigData и искусственного интеллекта для управления всей инфраструктурой железнодорожного транспорта.

Учитывая текущую геополитическую ситуацию, важно опираться на опыт мировых лидеров в области железнодорожного транспорта, например, Китая. КНР стал пионером успешного использования технологий информационного моделирования (BIM) в крупных инфраструктурных проектах и показательно является страной с самой протяженной эксплуатационной линией ВСМ. В Китае повсеместно применяется стандарт для железнодорожной инфраструктуры, основанный на открытом формате представления данных BIM (IFC).

Внедрение BIM-моделирования позволило снизить стоимость проекта и время его реализации на 5 %, количество вносимых изменений сократилось на 30 %, а время на анализ документации – на 20 %. При этом количество ошибок при проектировании составило менее 1 %.



Строительство высокоскоростной магистрали между Москвой и Санкт-Петербургом станет одним из первых значимых событий в современной истории железнодорожной отрасли страны. Полная стоимость проекта этой магистрали по подсчетам специалистов составит 2,349 трлн руб. Из них на создание инфраструктуры предусмотрено 1,755 трлн руб. Существенным с точки зрения расчетов социально-экономической эффективности станет задействование как государственного финансирования, так и частных инвестиций.

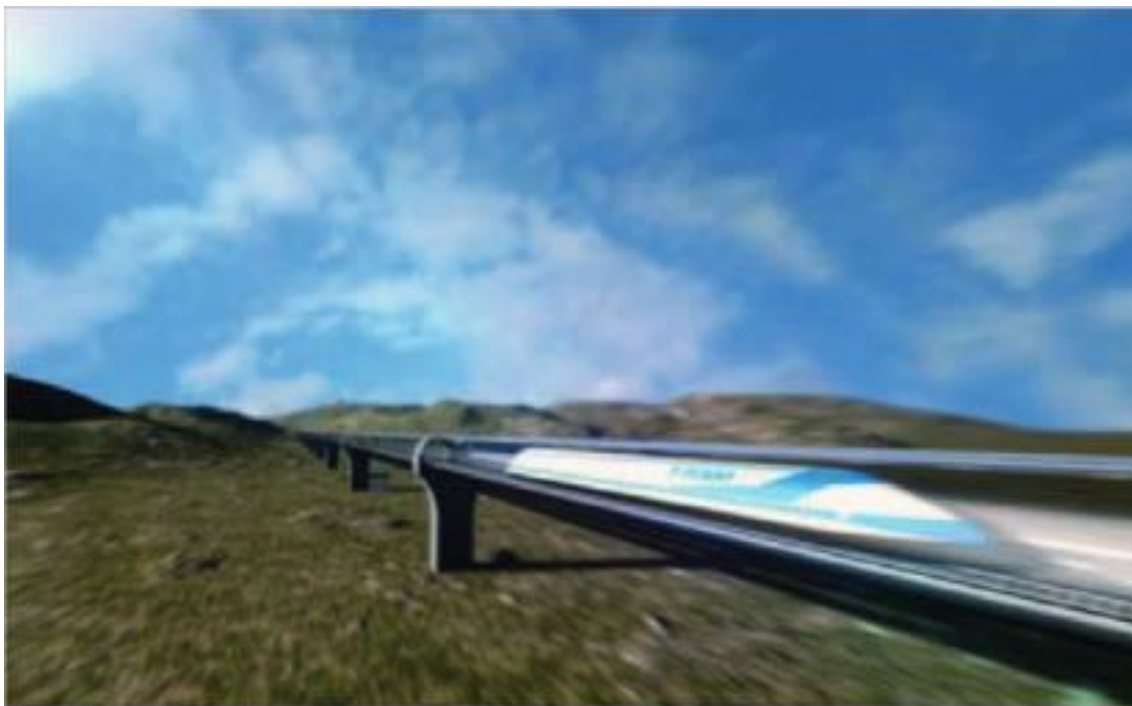
Что даст появление высокоскоростной магистрали субъектам Российской Федерации, через которые пройдет ВСМ и в которых проживает около 30 % населения страны? Во-первых, строительство ВСМ позволит реализовать бесшовную транспортную систему, развить как пассажирские, так и грузовые перевозки. По совокупным показателям ОАО «РЖД» обеспечивает 47 % от всех грузовых и 25 % пассажирских перевозок в России. Оптимальный пропуск пассажиропотока даст возможность использовать новую технологическую основу, тем самым увеличить грузопропускную способность северо-западного направления. Освободившиеся железнодорожные линии будут максимально использоваться для грузоперевозок, решая тем самым проблемы по ликвидации грузового движения и сокращения количества пригородных электричек на главном ходу Октябрьской дороги. Грузовые поезда на ВСМ смогут работать в ночное время по фиксированному («жесткому») графику. Такие ночные рейсы будут очень удобны для компаний экспресс-доставки и в целом для транспортировки любых легковесных грузов.

Во-вторых, высокоскоростная магистраль – это полностью новая ветка, а не модернизация действующей железной дороги. Значит будут развиваться собственные технологии, повысится инвестиционный спрос на стройматериалы и продукцию отечественного машиностроения, будут запущены новые производства по изготовлению основного и вспомогательного оборудования, машин и механизмов, возникнет необходимость в строительстве современной инфраструктуры, например, будут возведены гигантские хабы, обрабатывающие грузы, появятся новые туристические маршруты, будут созданы тысячи рабочих мест.

В-третьих, сделав BIM-моделирование обыденным процессом и сознательно повысив интерес к модельно-ориентированному проектированию объектов железнодорожной сферы, железная дорога, как техническая система, перейдет на новый уровень. При этом стоимость проектов ВСМ будет снижаться. Индуцированный спрос на поездки и рост транспортной подвижности населения свяжет городские агломерации и экономические центры России.

Проект по созданию в России высокоскоростной магистрали принесет положительные социально-экономические эффекты для территории реализации проекта и для страны в целом.

В августе 2024 г. мир увидел новый проект CASIC – сверхскоростной пассажирский состав, помещенный в вакуумную трубу, который на отрезке 2 км разогнался до скорости 623 км/ч при возможной эксплуатационной 1000 км/ч. Безопасность и устойчивость этого железнодорожного состава была доказана опытным путем. Исследование патентного фонда показывает, что особый интерес к новой технологии вызывает система, которая подвешивает, направляет и приводит в движение поезда, используя магнитную левитацию от очень большого количества магнитов для подъема и приведения их в движение.



Поезд-снаряд, летящий в вакууме со скоростью 1000 км/ч

Остается только надеяться на то, что Российские железные дороги наконец дадут «зеленый свет» инновационным идеям и различным «технологиям будущего», и высокоскоростные магистрали станут совершенно обыденным явлением в нашей жизни.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82396253_14679849.pdf

Цифровые сервисы для сотрудников ОАО «РЖД»

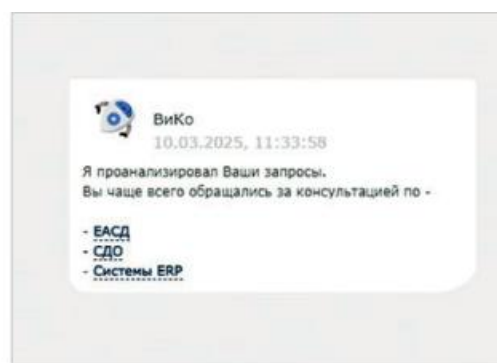
Авторы Чумаков Р.Е., Мурашова М.А.

В условиях стремительного развития цифровых технологий компании активно внедряют инновационные решения для оптимизации бизнес-процессов и повышения уровня удовлетворенности сотрудников. ОАО «РЖД» не остается в стороне от этих тенденций и предлагает своим сотрудникам цифровые сервисы, которые значительно упрощают работу и экономят время.

Одним из наиболее инновационных цифровых сервисов, реализованных в ОАО «РЖД», является Автоматизированная система «Виртуальный консультант» (АС ВиКо). Эта система представляет собой интеллектуального помощника, разработанного для упрощения взаимодействия сотрудников с корпоративными системами. В своей деятельности работники компании используют десятки автоматизированных систем. При этом организация и обеспечение перевозочного процесса требует высокого уровня подготовки и согласованных действий разных подразделений. В этих условиях поддержка пользователей автоматизированных систем является важной задачей, от успешного решения которой зависят ключевые процессы компании. В отличие от классической службы поддержки пользователей, АС ВиКо обладает рядом преимуществ.



Пример консультации с ВиКо



Окно чата в Виртуальном консультанте

Во-первых, взаимодействие с пользователем происходит в онлайн-формате, что позволяет сотрудникам получать ответ на обращение практически мгновенно. Во-вторых, АС ВиКо работает в круглосуточном режиме 24/7, перекрывая разные часовые пояса по всей сети. В-третьих, снижается влияние человеческого фактора и вероятность ошибок.

По статистике большинство запросов пользователей носит типовой характер, например, сотруднику требуется разблокировать учетную запись, сменить пароль или посмотреть инструкции. С этими задачами как раз справляется АС ВиКо, снимая часть рутинной работы с технологов информационно-вычислительных центров. Конечно, АС ВиКо не может ответить на все вопросы, особенно на сложные. В этом случае формируется обращение в АСУ ЕСПП (Единая служба поддержки пользователей) и подключается специалист информационно-вычислительного центра.

Благодаря новым технологиям в прошлом году более половины поступающих обращений было обработано цифровыми сервисами без участия человека и этот показатель ежегодно растет.

Специалисты Главного вычислительного центра – филиала ОАО «РЖД» и региональных информационно-вычислительных центров активно развивают АС ВиКо. С каждым годом возможности системы увеличиваются, что позволяет и дальше автоматизировать процессы поддержки пользователей,

сокращая потери времени и повышая производительность труда сотрудников ОАО «РЖД».

https://elibrary.ru/download/elibrary_82396255_87641427.pdf

В Японии представили дизайн нового поколения высокоскоростных электропоездов

Японский перевозчик JR East представил дизайн нового поколения высокоскоростных электропоездов серии E10.

Перспективный подвижной состав должен заменить поезда серий E2 и E5, курсирующие на линии Тохоку протяженностью 575,7 км. Относительно них новые составы будут оснащены гасителями горизонтальных колебаний для предотвращения схода во время землетрясений. Также впервые в линейке поездов Shinkansen будет применен самовентилируемый асинхронный двигатель. Дополнительно поезда оснастят тяговыми преобразователями на основе карбида кремния.



Десятивагонные составы должны эксплуатироваться с максимальной скоростью 320 км/ч. В них будет заложена возможность работы в беспилотном режиме. Ожидается, что первые составы выйдут насать в 2030 г.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82396262_15977609.pdf

Интегрирование системы спутниковой связи Starlink в поезда

Производитель бортовых систем связи Icomera предлагает интегрировать системы спутниковой связи Starlink в поезда, курсирующие по железным дорогам в регионах с недостаточным покрытием сотовой связью.

Чтобы оценить целесообразность использования Starlink в качестве решения для широкополосной связи в движении, исследовательская группа провела испытания на участке длиной 970 км за Полярным кругом, в регионе Норрланд на севере Швеции, от Умео до Вильгельмины.

С помощью маршрутизатора Icomera X5 в сочетании с терминалом Starlink Flat, а также коммерческой сотовой сети 5G, была измерена производительность подключения в различных условиях.

При одновременном использовании Starlink и наземных сотовых сетей одна сеть могла заменять другую в случае потери подключения, обеспечивая стабильную связь на всем маршруте. Во время этого теста сочетание обеих сетей обеспечило стабильное подключение к Интернету, способное поддерживать потоковое видео на протяжении более 99 % маршрута.

Icomera предлагает оборудовать поезда устройствами связи Starlink вместо строительства инфраструктуры сотовой связи в малонаселенных районах, в частности, в Арктике. Сейчас группировка Starlink в северных широтах менее плотная, однако общее количество водимых в эксплуатацию спутников быстро растет.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82396262_15977609.pdf

Развитие технологии виртуальной сцепки

Авторы Пронкин А.В., Кузема А.П., Бояринова Н.А., Кисельгоф Г.К.

Идеология создания виртуальной сцепки заключается в отказе от вождения физически соединенных поездов и переходе на синхронизацию управления движением по радиоканалу. Это позволяет снять дополнительную нагрузку с инфраструктуры, которая возникает при движении соединенного в жесткой сцепке поезда.

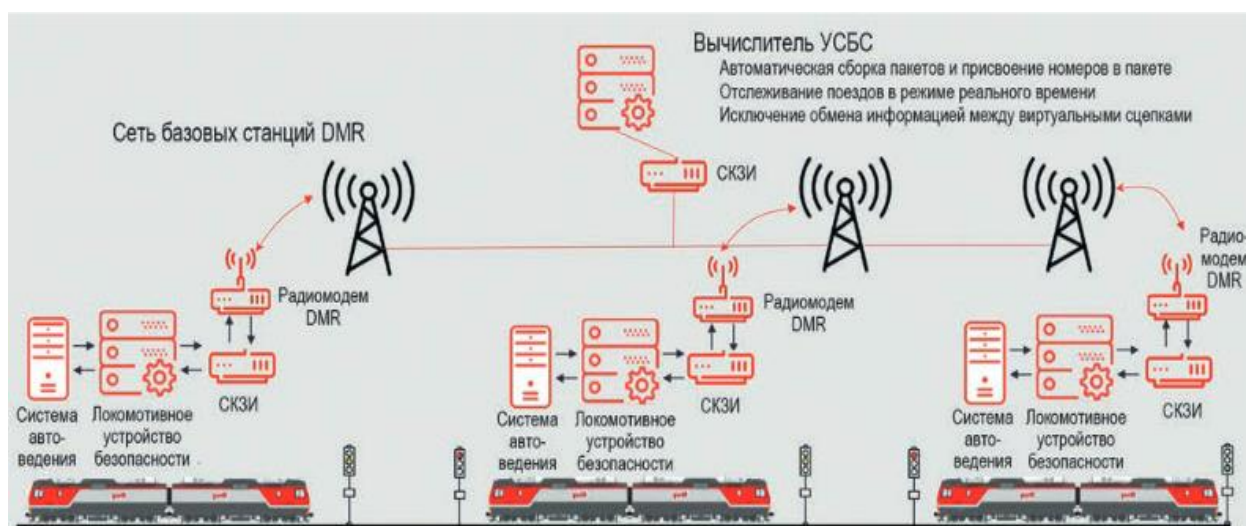
По сравнению с технологией вождения соединенных грузовых поездов, которая применяется на сети железных дорог уже более 10 лет, ВСЦ имеет значительные преимущества. Главное из них – исключение временных и трудовых затрат на физическое объединение и разъединение поездов. Трудностью в этом случае является процесс ведения поезда, потому что требует привлечения высококвалифицированных машинистов.

Технология виртуальной сцепки реализуется в режиме автоведения и не предъявляет особых требований к локомотивным бригадам. Кроме того, она снимает некоторые ограничения, существующие у соединенных поездов. Например, в ВСЦ отсутствуют особые требования к составам поездов и запрет применения рекуперативного тормоза. Реализация ВСЦ основана на передаче данных между локомотивами по радиоканалу, что позволяет

синхронизировать движение ведомого поезда с ведущим и обеспечивать оптимальный интервал попутного следования поездов, в том числе при подходе к светофору с желтым огнем. В ходе апробации технологии ВСЦ было подтверждено сокращение межпоездного интервала.

В настоящее время в рамках развития технологии ВСЦ Департаментом технической политики, Дирекцией тяги и Дирекцией управления движением ОАО «РЖД» инициированы проекты, позволяющие в перспективе существенно увеличить эффективность применения ВСЦ.

Одной из перспективных и значимых задач является автоматизация процесса формирования пакетов поездов с минимальной нагрузкой на машиниста и диспетчерский персонал. Для этого УСБС подключается к сети базовых станций цифровой системы технологической радиосвязи стандарта DMR для отслеживания зарегистрированных абонентов и формирования адресных посылок на локомотив.



Централизованная система интервального регулирования движением поездов позволяет в режиме реального времени отслеживать местоположение всех локомотивов, автоматически определять их очередность в пакете и в зависимости от этого назначать роли ведущего и ведомого. С целью выполнения требований информационной безопасности все данные, передаваемые по каналу радиосвязи, защищены средствами криптографической защиты информации, дополнительно для повышения надежности в системе предусмотрено использование резервного радиоканала.

Первый этап испытаний новой технологии проведен с локомотивами, оборудованными системой автоведения разработки ООО «НПО САУТ». Данная система является достойным конкурентом системы автоведения ИСАВП-РТ-М, массово применяемой на Восточном полигоне.

Проведенные испытания наглядно показали возможность централизованного управления группами поездов, где ключевую роль играет вычислитель УСБС. Впервые продемонстрирована возможность автоматического формирования поездных пакетов и распределения функций

между локомотивами. Подтверждены не только точная адресация сообщений между локомотивами, но и способность системы автоматически восстанавливать работоспособность после перерывов связи.

Эти результаты открывают новые перспективы для развития интеллектуальных систем управления железнодорожным транспортом, где виртуальная сцепка становится практическим инструментом повышения эффективности перевозок. Перспективность технологии ВСЦ очевидна – ее реализация способна существенно повысить пропускную способность железных дорог.

Следующим этапом развития технологий интервального регулирования движением поездов должно стать развитие информационных систем ОАО «РЖД», которые обеспечат планирование отправления и приема поездов, их обработку на станциях назначения.

В дальнейшем предполагается модернизировать указанные системы до уровня «Цифровой железнодорожной станции». Переход на централизованную схему организации движения соответствует современным тенденциям цифровизации железнодорожного транспорта, которая способна обеспечить значительный экономический эффект. Однако для его достижения необходимо целый полигон оснастить цифровой системой технологической радиосвязи стандарта DMR. Кроме того, наработки, полученные в результате испытаний, могут быть применены в качестве основы для беспилотного вождения поездов в режиме ВСЦ.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82576575_57477090.pdf

Совершенствование методов кодирования информации в системах управления

Авторы Розенберг Е.Н., Кукушкин С.С., Озеров А.В.

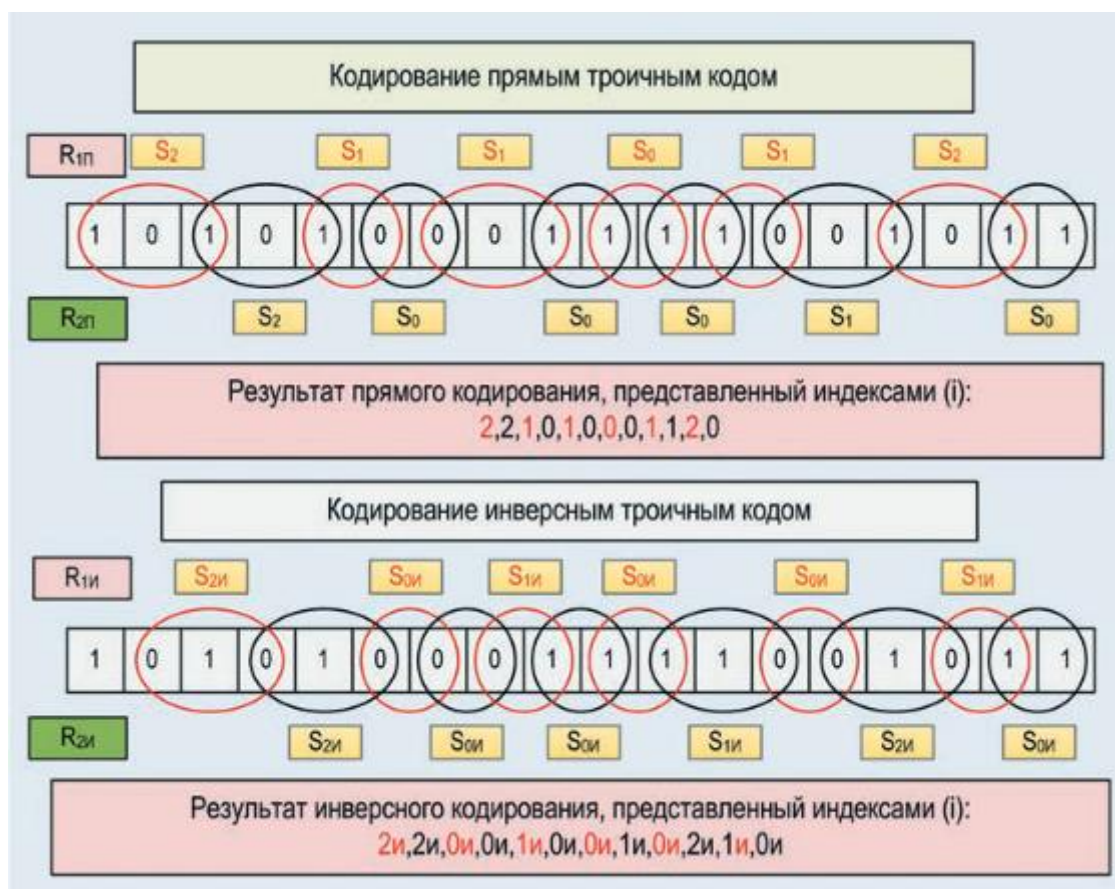
Современная железная дорога испытывает возрастающую потребность в эффективных средствах передачи информации. Это особо актуально для беспроводной передачи данных на основе радио и рельсопроводных каналов, у которых повышение эффективности передачи практически отсутствует.

В этой связи возникает необходимость в поиске новых методов кодирования информации. Структурно-алгоритмические преобразования становятся базовыми для разработки новых информационных технологий кодирования передаваемой информации. Их применение может способствовать повышению эффективности систем передачи данных.

В статье представлены полученные результаты и их использование для повышения эффективности передачи информации в условиях помех и искажений.

Предлагаемые способы кодирования информации обладают преимуществами и значительными перспективами применения в системах передачи данных. При использовании предлагаемого кодирования появляются дополнительные преимущества, такие как повышение эффективности

скремлирования и избыточного помехоустойчивого кодирования передаваемой информации. Помимо этого, компактный троичный код и его расширение будут способствовать повышению безопасности передаваемой информации наиболее экономичными алгоритмическими методами.



Внедрение предложенных способов кодирования позволит повысить эффективность каналов передачи данных в составе систем управления и обеспечения безопасности движения поездов.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82576582_88115212.pdf

Сквозные цифровые технологии на железнодорожном транспорте

Авторы Дмитриев В.В., Гаранин М.А.

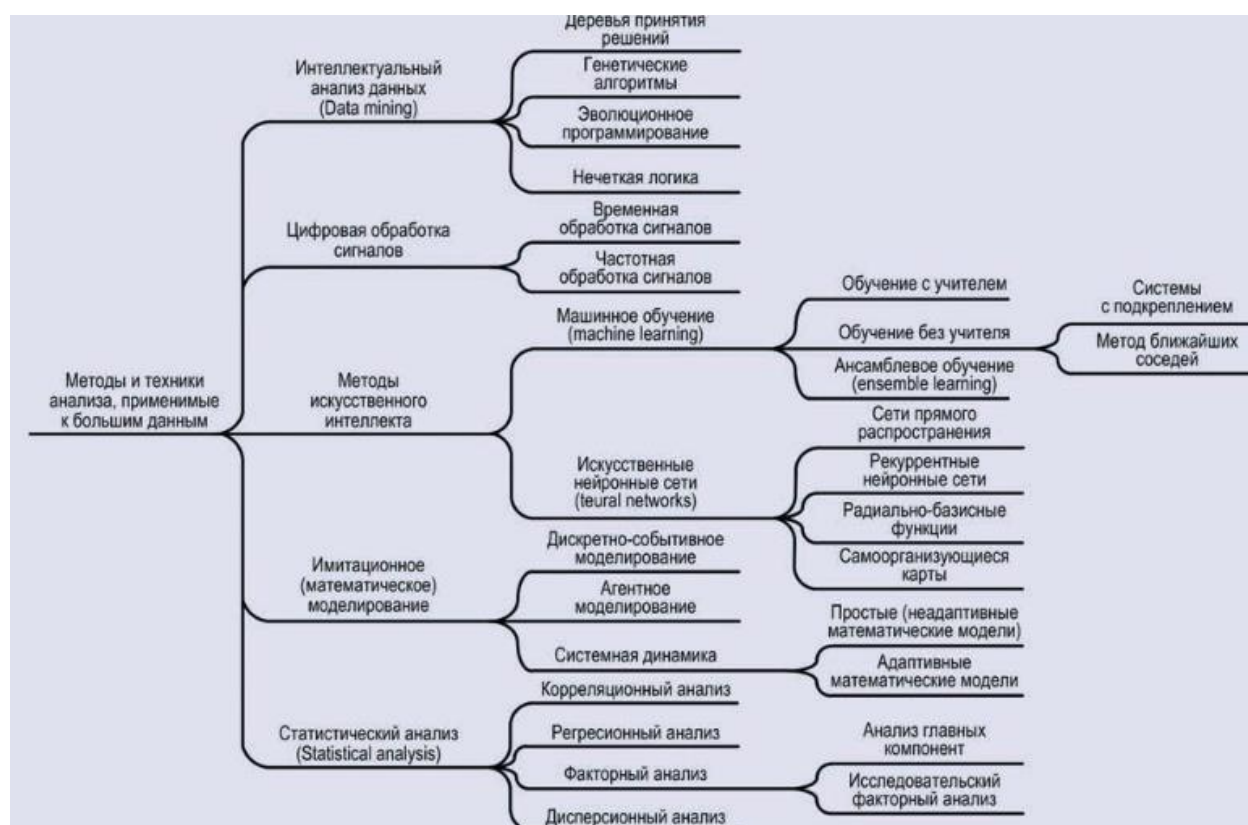
Экстенсивное развитие экономики страны на основе цифровых технологий сегодня находится в фокусе внимания. При этом особый интерес вызывают решения существующих противоречий путем внедрения сквозных цифровых технологий, которые уже успешно применяются в различных отраслях экономики, включая железнодорожный транспорт.

Современные транспортные системы генерируют и аккумулируют огромное количество данных. Только часть из них применяется для получения новой ценности или новых услуг. Понятие «платформенная экономика» в качестве дополнительной ценности использует данные, генерируемые в

процессе взаимодействия пользователей цифровой платформы. Методы, которые можно применять для внедрения систем управления транспортом, в том числе и железнодорожным, объединенные в составленное авторами общее дерево методов и техник анализа, применимых к «большим данным», представлены на рисунке.

Сам термин «большие данные» (Big Data) является уже устоявшимся. Термин «управление данными» (data science) охватывает область знаний, которая объединяет статистику, математику, информатику и бизнес-аналитику для анализа и интерпретации данных. Методы и техники анализа, применимые к большим данным, включают интеллектуальный анализ данных (data mining), цифровую обработку сигналов, методы искусственного интеллекта, имитационное (математическое) моделирование, а также статистический анализ данных (statistical analysis).

Разработка и внедрение новых технологий, основанных на этих методах, позволяет устранить потери и повысить эффективность систем управления. Их внедрение приводит к вытеснению ручного и аналитического труда работников, который заменяют цифровые и автоматические системы.



Экономические параметры проектов внедрения цифровых технологий являются функцией времени, поскольку определяются за период, в рамках которого параметры меняют свои значения. Любое внедрение новых технологий рассматривается как инвестиционный проект.

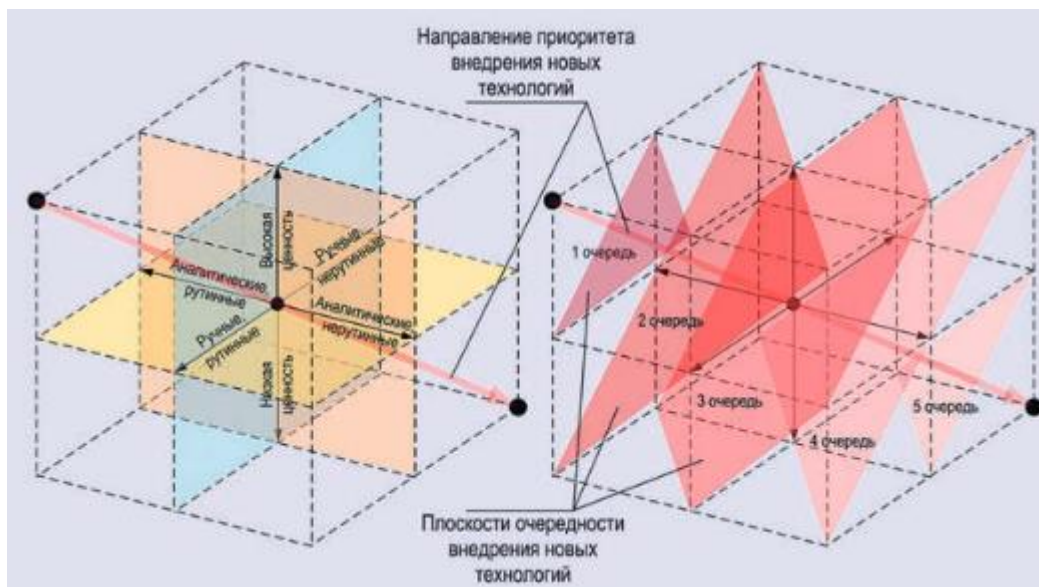
Рассмотрим цифровые технологии как инструмент сокращения потерь технологических процессов. Основой для определения их приоритета служит

множество элементов, например, конечные процессы, имеющие описание; граничные условия; показатели эффективности и др. Описание таких элементов можно взять из карт технологических процессов или трудовых действий. Оба варианта позволяют рассчитать разность между стоимостью элемента до и после производства действий над ним (автоматизация, цифровизация, оптимизация и др.), которые позволяют сократить производственные потери. Полученная разность будет определять эффективность внедрения новых технологий.

При определении приоритетов внедрения инновационных технологий предлагается использовать наиболее характерные элементы – степень однообразия и человеческий фактор при их выполнении.

Метод экспертных оценок позволяет оценить приоритет внедрения новых технологий: оцифровки рутинных (однообразных) действий перед нерутинными; оцифровки аналитических (когнитивных) действий перед рутинными; действий, обладающих большей ценностью. С учетом этого среди 99 анализируемых элементов высший приоритет будут иметь следующие элементы: обратная связь от работников в обслуживаемом парке станции по радиосвязи, принятие мер при выявлении сбоев; распределение тягового подвижного состава и вагонов в пределах станции; составление плана маневровой работы в обслуживаемом маневровом районе станции; контроль времени простоя поездных локомотивов на станции для последующего оформления в автоматизированной информационно-аналитической системе.

В настоящее время эти четыре процесса выполняются работниками. Трехмерное пространство позволяет сформировать направление внедрения новых технологий, заменяющих труд работников.



Очевидно, что элементы или конечные процессы, взаимосвязаны между собой и увязаны в рамках технологических процессов организации движения поездов. Внедрение новых технологий должно учитывать эти связи. В противном случае возникает риск увеличения переходов «человек-машина»,

что снизит эффективность проектов по внедрению инноваций. Идеалом станет полная автоматизация технологических процессов в рамках одного цикла системы управления.

Задача приоритизации внедрения новых технологий может решаться путем сравнения интегральных вариантов автоматизации групп элементов, приводящих к наименьшему количеству переходов «человек-машина» в системе управления. Практическая реализация такого подхода заключается в следующем: представленный алгоритм выбора приоритетных вариантов оперирует не элементами, а барицентрами групп элементов, охватывающих технологические процессы.

Анализ результатов исследования, представленного в статье, позволяет выделить три основных фактора, определяющих эффективность внедрения новых технологий на железнодорожном транспорте: системность, информативность и управление ресурсами.

Системность – описание работы процессов. Работа железнодорожного транспорта включает огромное количество процессов различного уровня. Их системное единое описание (картирование, т.е. построение карт всех процессов) позволяет определить изменения при внедрении новых технологий. Это фактор, без которого невозможно понять, где и что менять.

Информативность – наличие оперативной информации о параметрах работы систем и объектов: энергетических, эксплуатационных, финансово-экономических и обратной связи от пользователей транспортных услуг. Это фактор, позволяющий измерить результат улучшения, определить прямое и косвенное влияние улучшаемого параметра.

Управление ресурсами – эффективность инновационной деятельности определяется умением конфигурации (управления) ресурсами (трудовыми, инфраструктурными, финансовыми) в процессе разработки и внедрения инноваций. Мастерство руководителя определяется умением их конфигурировать для достижения наилучшего результата.

На железных дорогах России более 2,5 тыс. станций, каждая из которых управляется оперативным персоналом, выполняющим более 100 производственных процессов. Возможность их оцифровки и автоматизации несет огромный потенциал роста производительности труда, сокращения издержек и роста конкурентоспособности национальных транспортных коридоров.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82736949_98953225.pdf

Применение технологии виртуальной сцепки на Восточном полигоне

Авторы Розенберг Е.Н., Дежков М.А., Новиков В.Г.

В последнее время наблюдается значительный рост объемов грузовых перевозок, что ставит перед железнодорожным транспортом актуальные задачи по повышению эффективности его работы. В целях обеспечения надежности и качества транспортных услуг разрабатываются и внедряются

инновационные технологии. Ключевым решением освоения дополнительных объемов перевозок в сжатые сроки является применение интеллектуальных технологий управления.

Практика показывает, что расходование ресурсов без эффективного управления приводит к нерациональным капитальным вложениям. Поэтому необходима реализация единого технологического комплекса интеллектуальных технологий управления, увязанных с перевозочным процессом в условиях реконструкции на Восточном полигоне. Эти цели в полной мере обеспечат интеллектуализация функций и интеграция устройств и систем управления, а также применение технологии виртуальной сцепки, которая предполагает использование цифровых технологий для создания виртуального соединения между поездами, обеспечивая их взаимодействие без физического объединения поездов.

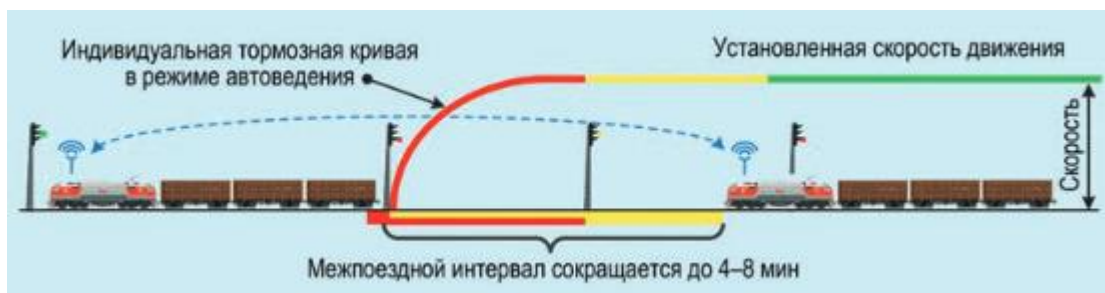
Термин «виртуальная сцепка» появился как развитие направления, связанного с движением соединенных поездов, имеющих физическое объединение, реализованное объединением по радио каналу двух и более грузовых поездов, следующих в попутном направлении.

На современном этапе развития технология виртуальной сцепки – это соединение локомотивов последовательно следующих поездов по радиоканалу. При этом ведение второго (ведомого) поезда осуществляется с учетом информации, получаемой с первого (ведущего) поезда. Управление ведущим и ведомым локомотивами может осуществляться как в режиме интеллектуальной системы автоведения поездов (ИСА-ВП-РТ-М), так и в ручном режиме машинистом (режим Советчик). Для расчета режима ведения ведомого поезда используется информация о скорости и показаниях локомотивного светофора ведущего поезда.

Реализуемая ОАО «РЖД» на Восточном полигоне технология виртуальной сцепки за счет применения современных наукоемких технико-технологических решений по управлению поездом-потоками позволила в относительно короткие сроки выйти на директивно-заданные показатели по пропускной и провозной способности на уже существующей инфраструктуре. При этом обеспечивается выполнение необходимых работ по модернизации и дополнительному строительству железнодорожной инфраструктуры Восточного полигона, требующих значительного объема инвестиций и времени на реализацию.

Результаты проведенных испытаний технологии виртуальной сцепки и ее последующей подконтрольной эксплуатации в реальных условиях перевозочного процесса на Восточном полигоне подтвердили возможность сокращения межпоездного интервала. Если действующий интервал движения сегодня составляет 12–15 мин, то при реализации новой технологии за счет сближения двух поездов достигается интервал в 8–10 мин.

Главной идеей технологии виртуальной сцепки является автоматический расчет параметров движения ведомого поезда.



Бортовые системы управления локомотивом, безопасности, связи и автоведения, обеспечивающие реализацию технологии, разработаны с использованием отечественного кроссплатформенного программного обеспечения. Это позволяет для внедрения использовать импортонезависимые операционные системы и системы управления базами данных. В вычислителях применяются алгоритмы управления. Процессоры функционируют с рабочей тактовой частотой 800 МГц, с объемом памяти 32 Гбайт (при необходимости легко расширяемые до 128 Гбайт).

Несмотря на широкое внедрение этой технологии сегодня по-прежнему имеются резервы, реализация которых может значительно повысить ее эффективность. Отметим перспективные направления ее развития:

- разработка методологии управления поездопотоками с применением технологии ВСЦ с учетом возможностей действующей инфраструктуры тягового электроснабжения;
- совершенствование технологий работы технических станций формирования приема и обработки пакетов, а также безостановочного пропуска ВСЦ поездов по диспетчерским участкам;
- выполнение имитационного моделирования для разработки вариантных графиков с применением технологии ВСЦ для повышения пропускной способности участков при организации ремонтных и строительных работ с закрытием перегонов;
- актуализация бортовой базы автоведения на участках, где при проведении ремонтных работ выполнена установка блокпостов, укладка временных диспетчерских съездов, перенос нейтральных вставок и др;
- автоматизация процессов учета выполняемой работы по технологии ВСЦ в рамках разрабатываемой технологии ГИД (график исполненного движения) нового поколения;
- разработка технологии автоматической передачи предупреждений на грузовые локомотивы с системой автоведения;
- автоматическое соединение поездов как на станциях, так и на перегонах за счет реализации функций взаимного обмена данными по радиоканалу между локомотивами;
- разработка технологии интеграционного взаимодействия между ГИД и устройствами безопасности по передаче данных о фактическом маршруте следования и маршрутах в электронной карте;
- доработка мотивационной составляющей для эксплуатационных служб с целью повышения удельной протяженности поездок в режиме ВСЦ.

Перечисленные направления работы позволят повысить эффективность применения технологии и обеспечить увеличение провозной способности ограничивающих участков инфраструктуры.

Таким образом, технология виртуальной сцепки представляет собой комплексное решение, позволяющее повысить безопасность движения поездов, эффективность и улучшить экономические показатели железнодорожного транспорта.

Это делает ее перспективным направлением для дальнейшего развития и внедрения в транспортной отрасли. Значительное сокращение межпоездного интервала позволяет высвободить в графике движения дополнительное время для назначения и следования дополнительных поездов, обеспечивая тем самым повышение пропускной способности Восточного полигона и объемов дополнительно провезенных грузов.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82736950_79950997.pdf

Альтернатива светофорной лампе ЖС 12-15+15

Автор Кулемин Д.И.

Попытки создания «новой» светодиодной лампы, соответствующей всем поставленным требованиям, предпринимались многими производителями светооптического оборудования, но так и не увенчались успехом. Необходимость разработки современного аналога на основе альтернативных источников света с большим ресурсом обусловлена как увеличением нагрузки на линейный персонал, обслуживающий оборудование СЦБ, дефицитом времени у эксплуатационного штата, так и растущими требованиями к наработке на отказ.

Целесообразность перехода на новые светодиодные модули заключается в повышении надежности эксплуатационных характеристик и экономии затрат на обслуживание. Согласно регламенту обслуживания, светофоров замена ламп ЖС 12-15+15 осуществляется с определенной периодичностью вне зависимости от того, перегорела она или нет. Светодиодная лампа, установленная в ЛК, не требует аналогичного регламентного обслуживания.

Конструкция нового модуля экономически эффективна за счет повышения надежности и уменьшения эксплуатационных расходов на обслуживание. В качестве источников света в разрабатываемом модуле применены светодиоды, работающие на принципе фотолюминесценции, имеющие более стабильные температурные и временные параметры по сравнению с применяемыми в настоящее время светодиодами, работающими на принципе электролюминесценции. Все это относится к четырем цветам, кроме красного.

Современные технологии не позволяют создать трехпиковый красный люминофор, излучение которого лежало бы в разрешенной области. Поэтому в качестве источника света в красном модуле принято решение применить светодиод с классической электролюминесцентной структурой. С этой целью

была предпринята попытка разработки лампы на основе светодиодных источников света – полного аналога лампы накаливания ЖС12-15.

В связи с этим единственным в настоящее время рациональным решением проблемы применения полупроводниковых источников света для железнодорожных светофоров является применение полупроводниковых излучателей диапазона 450–460 нм. Именно таким устройством является лампа для железнодорожных светофоров на основе светодиодных источников света.

Применение дифракционного устройства позволяет существенно повысить не только эффективность работы МСС за счет повышения надежности его работы, но и безопасность эксплуатации в результате начительного сокращения ложных показаний сигналов. При этом обеспечивается возможность видимости как на прямых участках пути, так и на криволинейных из-за формирования нужной апертуры.

Разработанный модуль может работать во всех режимах, присущих лампе накаливания ЖС12-15+15, поэтому его можно применять как на перегонах с любым размещением оборудования, так и в станционных сигналах.



Ресурс модуля в 50 раз больше, чем у лампы накаливания ЖС 12-15+15 при интервале обслуживания (1 раз в 12 мес.).

Конструкция и система управления модуля экономически более эффективны за счет повышения надежности, снижения затрат на изготовление и сокращения эксплуатационных расходов на обслуживание. Помимо стабильности координат цветности и интенсивности излучения во всем диапазоне рабочих температур разработанный модуль полностью взаимозаменяем с используемой в настоящее время в линзовых комплектах лампой накаливания ЖС 12-15+15 по геометрическим и электрическим параметрам.

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82736955>

Цифровая модель взаимодействия локомотива и инфраструктуры

Автор Шеин М.Ю.

Система автоведения, разработанная специалистами НПОСАУТ, стала неотъемлемой частью современного локомотива и реальным помощником машинисту в управлении поездом. Это подтверждают эксплуатационные испытания системы автоведения на грузовых локомотивах 2(3) ЭСб, которые были проведены на Свердловской дороге.

В процессе испытаний получены положительные результаты в части оптимизации энергетических ресурсов. Так, средняя экономия электрической энергии составила более 5 % при использовании вовремя поездки режима автоведения более 75 %. Для повышения энергоэффективности вождения поездов в ОАО «РЖД» принято решение о тиражировании программного обеспечения автоведения.

Следующим шагом для повышения пропускной способности участков пути стала реализация в программном обеспечении системы автоведения поддержки функции виртуальной сцепки. Так, для автоматизации процесса сцепления поездов, определения их ролей и очередности в виртуальной сцепке был использован централизованный сервер, подключенный к сети технологической радиосвязи на базе стандарта DMR. Такое решение позволило не привлекать машинистов и поездных диспетчеров при работе технологии.



Совместно со специалистами АО «НИИАС» была проведена проверка обновленного программного обеспечения системы автоведения в режиме виртуальной сцепки при работе с централизованным сервером. В процессе испытаний интервал движения поездов в пакете составил 6 мин.

Разработан унифицированный протокол обмена данными по радиоканалу, который определяет процедуру автоматической конфигурации каналов связи. Бортовые и стационарные системы оснастили системами криптографической защиты информации, что обеспечило требуемую информационную безопасность технологии.

Благодаря передаче информации от станционной аппаратуры САУТ-ЦМ/НСП по радиоканалу DMR в бортовых системах безопасности и автоведения производится обработка информации о маршрутах приема на станцию. Дополнительным преимуществом такой системы является возможность обработки информации о загрузке тяговых подстанций в системе автоведения. Это позволяет оптимальным образом использовать мощность систем энергоснабжения, не перегружая их.

Для дальнейшего совершенствования технологии виртуальной сцепки необходимо: обеспечить непрерывное покрытие полигонов обращения поездов сетью радиосвязи DMR с постепенным переходом на сети связи стандарта LTE; увязать системы обеспечения безопасности движения с системами микропроцессорной централизации по беспроводному каналу связи для передачи маршрутов следования по станции; увязать системы обеспечения безопасности и автоведения с информационными системами ОАО «РЖД»; внедрить единый протокол обмена данными по радиоканалу с целью обеспечения функциональной совместимости всех систем автоведения; использовать технологию виртуальной сцепки в качестве основы для создания цифровых двойников локомотивов, станций и перегонов для повышения пропускной способности участков пути.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82736956_82502572.pdf

В Нью-Йорке анонсировали запуск пилотной программы упреждающего выявления потенциальных дефектов пути

Транспортная администрация Нью-Йорка анонсировала запуск в партнерстве с компанией Google пилотной программы упреждающего выявления потенциальных дефектов пути при помощи установленных на метropоездах смартфонов Pixel и облачных технологий искусственного интеллекта.

Принятию программы предшествовали успешные испытания прототипа системы TrackInspect. Смартфоны Pixel разместят в поездах серии R46, курсирующих по линии А метрополитена Нью-Йорка. Имеющиеся в смартфоне датчики фиксируют сигнатуры вибраций, а через внешний микрофон записываются шумы, возникающие при движении поезда. Данные о звуках и вибрациях передаются в реальном времени в облачную систему, где обрабатываются при помощи ИИ и алгоритмов машинного обучения.

Инспекторы будут обследовать путь в местах, которые обозначены системой TrackInspect как проблемные, и вводить в систему данные о состоянии пути, что позволит совершенствовать применяемые алгоритмы. Кроме того, в системе TrackInspect используется генеративный ИИ, к которому инспекторы могут обращаться, чтобы получить ответы на вопросы опроверженных ранее работах по текущему содержанию пути, протоколах и положениях инструкций по выполнению ремонтов. На этапе испытаний система TrackInspect собрала 335 млн измерений датчиков, миллион

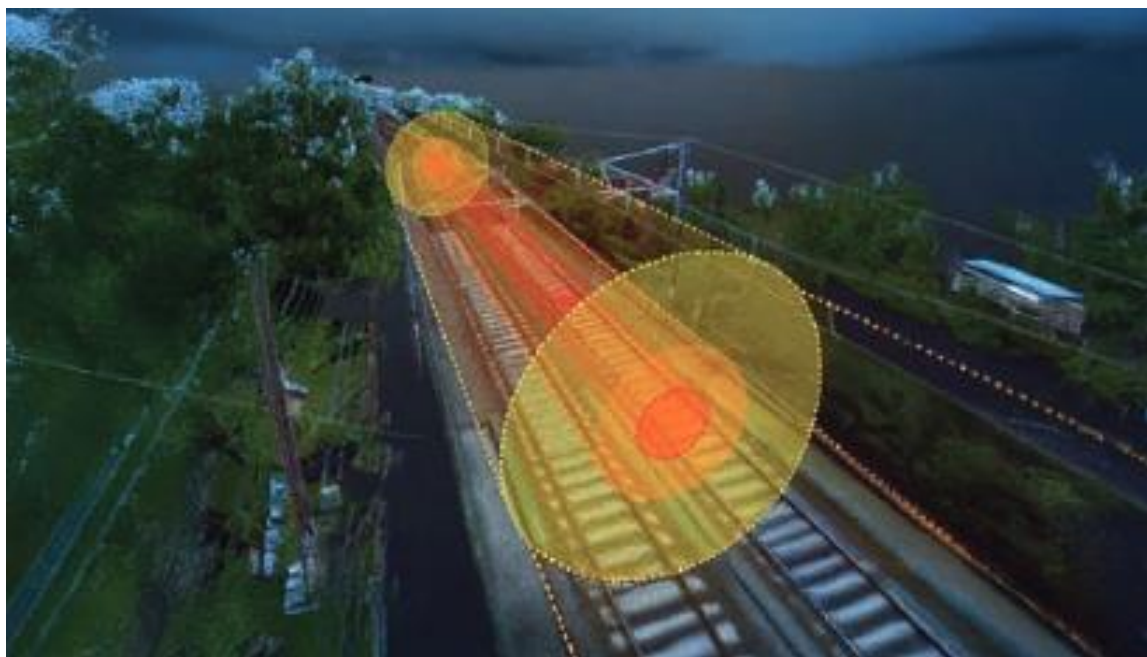
координат GPS и записала 1200ч аудиоинформации. Эти данные были использованы для обучения модели.

Система правильно идентифицировала 92% дефектов пути, предварительно обнаруженных персоналом метрополитена. Информация системы в сочетании с данными, предоставляемыми путеизмерительными вагонами, позволяет ускорить локализацию и диагностирование повреждений пути, способствуя сокращению числа задержек поездов.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82736961_19002969.pdf

Во Франции разработана система Vegescan для обнаружения растительности вдоль железнодорожных путей

Точность результатов, получаемых при помощи системы обнаружения растительности вдоль железнодорожных путей Vegescan, разрабатываемой французским государственным оператором SNCF, достигла 95 %.



Vegescan разрабатывается с 2019 г. и работает на основе технологии лидар, предполагающей использование лазерных локаторов. С помощью таких устройств французский оператор контролирует рост растительности вдоль железнодорожных путей.

Это означает, что в будущем можно будет полагаться на систему и расходовать усилия на полевые работы только в тех местах, где растительность чрезмерна. Во французской компании сообщили, что теперь рассматривают возможность применения системы по всей своей железнодорожной сети общей протяженностью 28 тыс. км.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82736961_19002969.pdf

Инновационные вагоны для эффективных перевозок

Важную часть производственной линейки ПАО «НПК ОВК» составляют вагоны для широкой номенклатуры системообразующих грузов: полувагоны, вагоны-хопперы для сыпучих грузов, вагоны-платформы для контейнеров. Важнейшей отличительной чертой, определяющей их ключевое преимущество, является увеличенная эффективность их применения для всех участников перевозки. Полувагоны с разгрузочными люками и объемом кузова 92 м³ имеют повышенную на 4–6 т грузоподъемность (75 т) по сравнению с аналогами с осевой нагрузкой 23,5 тс благодаря применению тележек модели 18-9855. Это позволяет не только сократить стоимость перевозки груза, но и снизить количество потребных вагонов для уменьшения загрузки железнодорожной сети.

Рациональное сочетание объема и грузоподъемности данных полувагонов достаточно для перевозки продукции угольной промышленности во всем диапазоне их удельного веса с обеспечением максимальной загрузки и соблюдением экологических требований в части исключения потерь груза при заполнении около или равном грузоподъемности. По сути, на сегодняшний день это сочетание является «золотым стандартом» вагоностроения, так как дальнейшее увеличение объема приводит к излишнему усложнению конструкции и повышению ее массы.

Увеличенная на 6–7 т грузоподъемность (76,7 т) вагонов-хопперов для минеральных удобрений по сравнению с аналогами с осевой нагрузкой 23,5 тс в сочетании с объемом кузова 101 м³ позволяют максимально эффективно перевозить продукты не органической химии в существующем диапазоне их удельного веса. Данный аспект дает возможность увеличить полезную загрузку в вагон на 6–7 % и повысить фактическую нагрузку на ось.



Вагоны-хопперы:
а — для минеральных удобрений модели 19-9835-01; б — для зерна модели 19-9549

Наиболее заметным конкурентным преимуществом платформ, предназначенных для перевозки крупнотоннажных контейнеров, является их повышенная грузоподъемность—74,5 т по сравнению с аналогами с осевой нагрузкой 23,5 тс при погрузочной длине 80 футов.



Платформы также могут использоваться для перевозки танк-контейнеров для неопасных грузов и рефрижераторных контейнеров различных типоразмеров массой брутто до 36 т. Размещение и крепление контейнеров производится в соответствии с Местными техническими условиями (МТУ). Платформы оборудованы 4 стационарными и 10 откидными упорами для крепления контейнеров, что позволяет перевозить контейнеры различных типоразмеров длиной 20, 30, 40 и 45 футов.

На сегодняшний день успешно завершена подконтрольная эксплуатация полувагонов, подтвердившая корректность назначения межремонтных интервалов (1 млн км или 8 лет), а также вагонов-хопперов с обоснованием календарного интервала до планового ремонта продолжительностью 8 лет. Увеличенные межремонтные интервалы заставляют использовать в конструкции более прочные, надежные и безопасные, но иногда и более дорогие технические решения. Повышенный до 32 лет назначенный срок службы вагонов позволяет окупать затраты и получать экономический эффект от использования инновационного подвижного состава. Габаритные размеры полувагонов рассчитаны на взаимодействие со всеми существующими вагоноопрокидывателями и вагонотолкателями в местах разгрузки.

В конструкции разгрузочных/зачистных люков и системы их запираания на основании имеющегося опыта эксплуатации учтены наиболее часто возникающие разрушающие воздействия от разгрузочной техники, включая грейферы экскаваторов. Расширен диапазон массы перевозимых тарноштучных грузов, определены условия их погрузки, закрепления и транспортировки в кузове полувагона. Высота вагонов-хопперов обеспечивает совместимость со всеми эстакадами погрузки/разгрузки.

Но в любом случае, прежде всего, важны не декларируемые в данной статье преимущества и отличия описанных вагонов от существующих аналогов, а подтверждение этих заявлений в ходе реальной эксплуатации. А прошедшее сначала производства в 2012 г. время по-настоящему подтвердило их эффективность, надежность и безопасность.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82551665_96988046.pdf

ТМХ получил сертификат на новый купейный вагон

Это первый представитель пассажирских вагонов в габарите Т. Он имеет существенные отличия от подвижного состава, эксплуатирующегося на железных дорогах России. Кузов вагона выполнен гладким, без выступающих гофр, а его габариты увеличены: на 730 мм в длину и на 280 мм в ширину. Это позволило повысить уровень сервиса и комфорта для пассажиров, а также увеличить вместимость: в новом вагоне на одно купе больше, чем в предыдущих моделях.

Среди нововведений – детское купе с тематическим оформлением и спальным местом увеличенной ширины. Экстерьер и интерьер вагона выполнены в оригинальном дизайне.



Инновационный продукт, разработанный специалистами «ТМХ-Инжиниринга» и АО «Федеральная пассажирская компания», изготовлен с применением новых технических решений, призванных обеспечить пассажирам комфортные условия в пути. Купе оснащены столиками со встроенными зарядными устройствами, системой по купейного регулирования температуры, индивидуальными откидными столиками для планшетов и ноутбуков, расположенными на верхних полках, и другими удобствами.

Проект по производству вагонов в габарите Т на ОАО «ТВЗ» реализуется с использованием механизма Кластерной инвестиционной платформы (КИП), предусматривающего льготный кредитный заём от ВЭБ РФ на проведение опытно-конструкторских работ.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82551677_25178658.pdf

Инновационное решение для снижения износа автосцепки

Авторы Пурэвбаатар А., Наранбат Б.

В процессе эксплуатации часто происходит износ контактных поверхностей хвостовой части автосцепки и центрирующей балки. Это приводит к снижению долговечности и эффективности работы данных элементов, а также увеличивает расходы на обслуживание и ремонт. Для решения этой проблемы было предложено установить пластиковую вставку на верхнюю поверхность изношенной центрирующей балки.

В настоящее время процесс восстановления износа включает сварку и наплавку с последующей механической обработкой, что является трудоемким и дорогостоящим процессом. Кроме того, применение сварки может повлиять на свойства металла, что приводит к снижению прочности детали. В связи с этим предлагается использовать пластиковую вставку между двумя изнашивающимися деталями. Это позволяет избежать изменения свойств металла и значительно снизить затраты на ремонт.

Пластиковые вставки можно изготовить из материалов типа АРІ, а также из других пластиковых композиций, которые способны выдерживать нагрузку до 2,6 МПа и сохранять свои свойства при температуре до +50 °С. Пластиковая вставка служит в качестве утолщения рабочей поверхности центрирующей балки, что существенно продлевает срок службы этого компонента.



В процессе эксплуатации пластиковые вставки можно заменить без отцепки вагона от состава, что упрощает процесс ремонта. Это дает возможность устранять провисание автосцепок с использованием вставок без обязательной замены центрирующей балки и маятникового болта. Пластиковую вставку центрирующей балки можно использовать не только в процессе ремонта, но и для изменения конструкции самой центрирующей балки. Это позволит производить вагоны, оснащенные такими вставками, что повысит их долговечность и снизит затраты на обслуживание.

Ожидаемые результаты от применения пластиковых вставок на автосцепке:

- снижение износа центрирующей балки и хвостовика автосцепки;
- сокращение затрат на восстановление и ремонт этих деталей;
- возможность отказа от трудоемких технологий восстановления;
- повышение безопасности движения поездов благодаря снижению вероятности излома центрирующей балки и провисания автосцепки;
- использование вставок на локомотивах поможет сократить износ автосцепки и тягового хомута, а также уменьшить провисание автосцепки;
- вставки будут изготавливаться из экологически чистых материалов, таких как упаковки от напитков или пластиковые пакеты, что делает технологию более устойчивой и безопасной для окружающей среды.

Предложенная технология с использованием пластиковых вставок является эффективным решением для снижения износа и повышения долговечности элементов автосцепки. Она сочетает всебе экономическую выгоду, простоту обслуживания и экологическую безопасность, что делает её перспективной для широкого внедрения на железнодорожном транспорте.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82551677_30395791.pdf

Электрообогрев пассажирских вагонов: технические проблемы и инновационные подходы

Авторы Древаль В.А., Ожиганов Н.В.

Новые типы пассажирских вагонов оснащаются устройствами электрообогрева, работающими от сети постоянного тока с напряжением 3,3 кВ. В связи с расширением маршрутов их эксплуатации возникает необходимость оснащения парков отстоя многих станций устройствами электрообогрева на постоянном токе. С этой целью для станции Анапа Северо-Кавказской железной дороги ОАО «НИИЭФА-ЭНЕРГО» разработало комплектную модульную подстанцию постоянного тока (КМП).

От подстанции (КМП) нового типа, питаемой от контактной сети переменного тока, на пункте технического обслуживания (ПТО) станции Анапа осуществляется подключение пассажирских составов через колонки к пункту питания постоянного тока 3,3 кВ. В процессе эксплуатации выяснилось, что качество постоянного выпрямленного напряжения не обеспечивает стабильной работы вагонных преобразователей новых типов вагонов, оснащенных устройствами контроля параметров электропитания. В результате система электрообогрева для новых типов пассажирских вагонов оказывается неработоспособной.

При анализе схемы пункта питания электрообогрева пассажирских вагонов на станции Анапа, разработанной ОАО «НИИЭФА-ЭНЕРГО», установлено, что в процессе проектирования были допущены следующие ошибки:

- нарушены требования электробезопасности при выполнении низковольтной сети собственных нужд пункта питания;

- отсутствуют устройства, обеспечивающие качество и стабильность напряжения в высоковольтной сети постоянного тока;
- не учтен фактор наличия зарядной емкости между проводниками и «землей» в сети пульсирующего выпрямленного напряжения.

Согласно проекту, электрическая сеть КП подключается к контактной сети переменного тока через силовой однофазный трансформатор типа ОСЗДП-4000/35 У1 25/2,84/0,23 кВ мощностью 4000 кВ·А. Первичная обмотка трансформатора рассчитана на номинальное напряжение контактной сети 25 кВ. При этом цепь питания собственных нужд с напряжением 0,23 кВ подключена по автотрансформаторной схеме как отпайка от первичной обмотки 25 кВ.

Следовательно, при нарушении контакта в цепи первичной обмотки, подключенной напрямую к рельсовой сети, в сеть собственных нужд может попасть высокий потенциал. Применение автотрансформаторной схемы в данном случае недопустимо по условиям электробезопасности и надежности работы автоматики КП. Обращаем внимание специалистов, что не менее важным фактором становится и то, что эти устройства электроотопления, сопоставимые по мощности и сложности с выпрямительными агрегатами тяговых подстанций постоянного тока, фактически превращают парки отстоя вагонов в станции стыкования родов тока. Для таких станций необходимо предусмотреть условия по работе сигнальных рельсовых цепей железнодорожной автоматики и устройства защиты от электрокоррозии металлоконструкций.

Также на станции стыкования родов тока распространяются особые нормативы хозяйств электроснабжения и железнодорожной автоматики. Необходимо учесть, что основная задача тяговой контактной сети – обеспечить электропитание электротяги при расчетных нагрузках. Тяговые подстанции также должны давать электропитание для всех устройств железнодорожной инфраструктуры, в том числе железнодорожной сигнализации и автоматики с микропроцессорной элементной базой и со всё более возрастающими требованиями к качеству электроэнергии.

Устройства с выпрямителями обладают нелинейными характеристиками и загружают контактную сеть токами с гармониками частотой, отличной от 50 Гц. В этих условиях все более трудной задачей оказывается обеспечить качество электроэнергии не только для устройств электротяги, но впервые очередь для питаемых от тяговых подстанций новых устройств железнодорожной автоматики и связи с микропроцессорной элементной базой.

Таким образом, одним из важнейших требований к новым устройствам электроотопления вагонов становится не загружать рельсовую сеть токами, мешающими работе железнодорожной сигнализации. Необходимо поставить вопрос о целесообразности использования для подобных пунктов питания электроотопления пассажирских вагонов только однофазной контактной сети.

На крупных станциях с парками отстоя вагонов, как правило, имеются железнодорожные трехфазные сети, например, линии продольного электроснабжения 10 кВ или система «два провода–рельс» (ДПР) с напряжением 27,5 кВ. Применение трехфазных сетей как источника постоянного выпрямленного напряжения удешевит и упростит устройства по обеспечению качества электроэнергии в сети выпрямленного напряжения для электроотопления пассажирских вагонов.

Таким образом, разработанное ОАО «НИИЭФА-ЭНЕРГО» решение оказывается опытным и требует дальнейшего совершенствования и модернизации. Оно должно учитывать требования контактной сети как элемента, обеспечивающего пропускную способность участка, минимизировать влияние на качество электроэнергии в устройствах нетягового электроснабжения, снижать воздействие на работу сигнальных рельсовых цепей и предотвращать электрохимическую коррозию подземных металлоконструкций.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82551679_38800332.pdf

О стратегическом планировании инновационного развития железнодорожного транспорта

Автор Сотников Е.А.

При выборе возможных перспективных направлений технического и технологического развития крупных производственных объектов, включая и железнодорожный транспорт, важно понимать возможности и условия появления инновационных решений.



Руководители железных дороги специалисты, разрабатывающие перспективные планы технического развития отрасли, должны учитывать назревающие крупнейшие инновационные сдвиги в области техники и технологий. Для этого сегодня им необходимо детальное изучение всех новых тенденций текущей четвертой промышленной революции, чтобы понять, каким образом можно их использовать применительно к железнодорожному транспорту.

Главной целью является выбор таких направлений перспективного (на десятилетия) инновационного развития, которые позволят существенно повысить эффективность транспортного процесса. В то же время надо учитывать, что железнодорожный транспорт является фондоемкой отраслью и не все инновации предыдущих промышленных революций могут быть реализованы на нем к моменту наступления новой. Это говорит о необходимости тщательного анализа этих инноваций и использования при планировании лишь тех из них, которые сохранили свою актуальность. Итак, при перспективном планировании следует предусматривать использование достижений прошедших промышленных революций, но во главе угла должен быть поиск новых технико-технологических решений для повышения эффективности и конкурентоспособности железных дорог.

Рассмотрим наиболее перспективные для железнодорожного транспорта инновации четвертой промышленной революции, в первую очередь искусственный интеллект. В ближайшие годы потребуются выполнение большого комплекса исследований силами отраслевой науки и практических работников для решения следующих задач:

- разработка имитационных моделей оперативного хода перевозочного процесса применительно к рабочим местам диспетчерско-дежурного персонала;
- анализ и выявление закономерностей влияния возмущающих воздействий на развитие оперативных ситуаций;
- прогнозирование хода перевозочного процесса по уровням управления и рабочим местам;
- построение алгоритмов решений по выработке ОУР с разработкой программного обеспечения;
- выбор пилотных объектов с проведением испытаний и отладкой программ.

Внедрение информационно-управляющих систем обеспечит не только повышение эффективности принимаемых оперативных решений, но и расширение зон обслуживания дежурно-диспетчерского аппарата с экономией численности персонала.

Существенные резервы повышения эффективности перевозочного процесса дает цифровизация объектов железных дорог. Дело в том, что появились многофункциональные, а главное, миниатюрные датчики, дающие возможность организовать непрерывный контроль технического состояния деталей и элементов практически любых конструкций. Причем такие датчики

в мире быстро становятся все более удобными и дешевыми. Оснащение ими конструкций инфраструктуры и подвижного состава позволяет контролировать техническое состояние последних, определять остаточный ресурс и необходимость ремонта или замены.

Изменения на этой основе существующей системы текущего содержания и ремонта должно значительно снизить расходы. Кроме того, появляются возможности постановки и решения принципиально новой задачи – обеспечения полной технической безопасности движения поездов, исключения отказов технических средств.

Этому будет способствовать и еще один результат четвертой промышленной революции – существенное повышение надежности и эксплуатационного ресурса инфраструктуры и подвижного состава. Основой изменения сложившегося положения являются достижения фундаментальной науки в области создания новых материалов – более износоустойчивых, с повышенной статической и динамической прочностью и даже самовосстанавливающихся, с меньшей массой, а значит, позволяющих изготавливать более легкие конструкции, что для железных дорог немаловажно.

Значимым для железнодорожного транспорта является и ряд других инновационных достижений фундаментальной науки. Отметим, например, развитие робототехники, 3D-печати, появление новых видов топлива, методов передачи, накопления и хранения энергии, использование больших данных (big data) для принятия управляющих решений. Необходимо, чтобы специалисты различных направлений нашей отраслевой науки: управления процессами перевозок, IT-технологий, пути, подвижного состава, автоматики и связи – выполнили (по заказу ОАО «РЖД») специальные исследования в целях определения инновационных путей использования перспективных достижений фундаментальной науки для развития техники и технологии работы железных дорог.

Такие исследования целесообразно провести и компаниям, поставляющим технические средства железнодорожному транспорту. Правильная разработка перспективных планов технического и технологического развития железнодорожного транспорта в нашей стране позволит на обозримую перспективу обеспечить его устойчивое функционирование.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82712181_87329690.pdf

Изготовлен первый образец

На Брянском машиностроительном заводе завершили сборку первого образца магистрального тепловоза ТЭ26-0001. Это универсальный односекционный шестиосный тепловоз с двумя кабинами управления, предназначенный для вождения грузовых, грузопассажирских, а также пассажирских поездов. Новый локомотив существенно отличается по

конструкции от серийных тепловозов, которые производятся на БМЗ. Он разработан по заданию БМЗ компанией «ТМХ-Инжиниринг». При его создании применялись цифровые технологии, в том числе 3D-моделирование, что позволило отработать и оптимизировать технологические процессы сборки с помощью компьютерной визуализации.

Доля отечественных комплектующих в конструкции тепловоза – более 90 %. Тепловоз оснащен российским дизель-генератором 18-9 ДГМ-02 мощностью 2850 кВтс турбокомпрессором нового поколения. Локомотив способен выполнять широкий спектр перевозок и при работе по системе многих единиц возить составы массой до 7100 т. Заявленный срок службы тепловоза – не менее 40 лет.

Сборка первого образца началась на БМЗ в ноябре 2024 г. В III квартале 2025 г. тепловоз отправится на испытания. В настоящее время ведется сборка второго тепловоза ТЭ26, которую планируется завершить в III квартале. Оба локомотива будут проходить приемочные и сертификационные испытания параллельно, что позволит сократить время, необходимое для их завершения.



Предполагается, что тепловозы серии ТЭ26 в ближайшее десятилетие заменят эксплуатируемые на всей территории России тепловозы серий М62, 2М62, 2М62У и 3М62У, выпускавшиеся Луганским тепловозостроительным заводом.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82712188_11136758.pdf

Создается новый тепловоз

Дивизионный машиностроительный холдинг «Синара – Транспортные машины» (СТМ) ведет разработку восьмиосного маневрово-вывозного тепловоза серии ТЭМ885 мощностью 2000 л.с.

Предусматривается создание двух модификаций: для ОАО «РЖД» и для промышленных предприятий, что позволит максимально удовлетворить потребности различных заказчиков. Модификация для ОАО «РЖД» будет иметь опцию дистанционного управления в целях проведения маневровых

работ без участия локомотивной бригады. Такая машина сможет эффективно использоваться на специально оборудованных крупных сортировочных станциях. У модификации для промышленных предприятий такой опции не будет. По желанию заказчика тепловоз может оснащаться системами обнаружения препятствий и видеонаблюдения, существенно повышающими безопасность работ и минимизирующими риск производственных инцидентов.



Тепловоз ТЭМ885 будет иметь ряд конструктивных черт эквивалентного ему по мощности маневрово-вывозного восьмиосного локомотива ТЭМ7А с электрической передачей переменного тока, выпускавшегося в период 1988–2021 гг. Людиновским тепловозостроительным заводом и хорошо зарекомендовавшего себя в эксплуатации, но при этом представлять собой не модернизированный вариант указанного локомотива, а новую ступень его развития благодаря использованию современных технических решений и технологий. На начальном этапе проектирования ТЭМ885 рассматривается возможность применения на нем нового дизельного двигателя семейства ДМ-185 производства Уральского дизель-моторного завода.

Среди других нововведений – микропроцессорная система управления, современное электрооборудование, в том числе преобразователь собственных нужд ПСН-330, новая система охлаждения тяговых электродвигателей, система микроклимата, современная эргономичная комфортабельная кабина машиниста и прочее.

Выпуск первого образца тепловоза ТЭМ885 общепромышленного назначения намечен на 2027 г. Изготовителем будет Людиновский тепловозостроительный завод.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82712188_11136758.pdf

Завершена разработка аккумуляторного локомотива Fortescue Zero

Крупнейшая австралийская горнодобывающая компания Fortescue и инжиниринговая группа Downer завершили совместную разработку аккумуляторного локомотива Fortescue Zero.

Fortescue – одна из ведущих горнодобывающих компаний в мире, специализирующаяся на добыче и транспортировке железной руды. Она владеет 260-километровой железной дорогой, соединяющей шахты в Ньюмане с Порт-Хедлендом – крупнейшим по грузообороту портом Австралии. На дороге эксплуатируются 45 тепловозов и более 3,2 тыс. грузовых вагонов.

Локомотив Fortescue Zero предполагается использовать для вождения гравитационных поездов отместорождения железной руды.



Гравитационные поезда – способ грузоперевозок на промышленном транспорте, при котором груженные составы под действием собственного веса скатываются на тормозах по сплошному уклону к месту разгрузки. Порожние вагоны могут доставляться обратно различными способами, например, с помощью канатной или локомотивной тяги.

Разработчики проекта Fortescue Zero рассчитывают, что при спуске груженого поезда аккумуляторы локомотива, работающего в режиме рекуперации, будут успевать зарядиться настолько, что их энергии хватит на обратный подъем порожнего состава к месторождению.

Аккумуляторный локомотив создан путем переоборудования шестиосного тепловоза серии GE 9-44CW мощностью 4400 л.с. с электрической передачей переменного-постоянного тока. Тепловозы этой серии выпускались компанией General Electric Transportation Systems с 1993 по 2004г.

Проект реализуется в рамках амбициозной программы по достижению нулевых выбросов Real Zero, в соответствии с которой горнодобывающая компания уже начала перевод всей своей карьерной техники – сверхмощных самосвалов, экскаваторов и бульдозеров – на питание от легких и емких аккумуляторных батарей.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82712190_42512338.pdf

Установлен рекорд скорости на магнитном подвесе в Китае

В Китае установлен рекорд скорости для наземного транспортного средства на магнитном подвесе. На километровом испытательном участке лаборатории Дунху Центра высокоскоростных транспортных систем, расположенного в китайской провинции Хубэй, экспериментальный вагон на магнитном подвесе массой 1,1 т достиг скорости 650 км/ч, что явилось официально зарегистрированным мировым рекордом.



Дистанция для разгона до этой скорости составила 600 м, время разгона – 7 с, тормозной путь до полной остановки – 200 м. Указанные параметры стали возможны за счет высокоточного управления ускорением и замедлением экипажа, а также благодаря контролю его местоположения с точностью до 4 мм.

Такой испытательный участок позволяет исследовать высокоскоростные транспортные системы разного назначения. Разработанные в лаборатории Дунху технологии уже используются в других исследовательских организациях Китая. Отметим, что предыдущий рекорд скорости транспортного средства на магнитном подвесе был достигнут в Японии.



Поезд компании Japan Railway Company достиг 603 км/ч. В Китае в 2021 г. был запущен в эксплуатацию поезд маглев, способный передвигаться со скоростью до 600 км/ч.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82712190_42512338.pdf

В Швейцарии провели испытания цифровой автосцепки

Федеральные железные дороги Швейцарии (SBB) провели испытания цифровой автосцепки. В Европейском союзе к 2030 г. запланирован полный переход на автосцепку. В рамках решения этой задачи ряд европейских железнодорожных администраций и компаний-перевозчиков провели несколько этапов исследований и испытаний в целях выбора прототипа межвагонного соединения, наиболее подходящего для создания цифровой автосцепки будущего – Digital Automatic Coupling(DAC). К указанным мероприятиям относятся и испытания, выполненные SBB. Для них были выбраны жесткие автосцепки системы Шарфенберга производства компании Voith, которые помимо механического сцепления вагонов обеспечивают автоматическое соединение их тормозных магистралей.



Сцепные устройства были дооборудованы автоматическими клеммными разъемами, позволяющими включить в общую электрическую сеть специально проложенные вагонные шины данной электропитания и блоки управления системы Powerline PLUS Train Backbone (PTB), навешенные на буферные бруссы вагонов.

В опытный поезд входили четыре испытательных вагона и два вагона со стандартной винтовой стяжкой с одной стороны, что позволяло включать испытательную группу вагонов в состав любого графикового поезда.

В поездках использовался также вагон-лаборатория с необходимым измерительным оборудованием. В ходе испытательных рейсов по железным дорогам Швейцарии с общим пробегом более 4 тыс. км выполнялись операции сцепления-расцепления вагонов и маневры в разных эксплуатационных условиях и на разных станциях.

Испытания показали кратный рост эффективности работы по формированию состава и опробованию тормозов. Была протестирована и такая функция цифровых автосцепок, как автоматический саморасцеп вагонов. Проверялись два способа расцепления: нажатием кнопки на вагоне и дистанционно с помощью планшета.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82603167_30626504.pdf

Электropоезд принят комиссией

На заводе «Уральские локомотивы» завершила работу комиссия по приемке нового электропоезда «Финист» серии ЭС105, предназначенного для эксплуатации на электрифицированных участках как постоянного, так и переменного тока.



В состав приемочной комиссии входили руководители подразделений ОАО «РЖД», профильных исследовательских институтов, а также представители компаний – поставщиков комплектующих. Члены комиссии изучили конструкторскую и техническую документацию, результаты испытаний, осмотрели состав ЭС105, вернувшийся после испытаний на завод. Приемочные испытания проходили с ноября 2024 г. по апрель 2025 г. В них одновременно участвовали два двухсистемных пятивагонных электропоезда «Финист» № 001 и 002, что позволило, в частности, проверить их работу по системе многих единиц на полигонах общего пользования.

ЭС105 – первый отечественный двухсистемный поезд с российским тяговым оборудованием. Ряд использованных в его конструкции технических решений намечается применить при создании нового высокоскоростного электропоезда «Белый кречет».

Приемочная комиссия подтвердила соответствие электропоезда «Финист» серии ЭС105 требованиям технических условий. Изделию присвоена литера О1 (корректировка конструкторской документации по результатам приемочных испытаний опытной партии) и определена установочная серия в объеме 60 электропоездов. Планируется, что к июлю завод получит сертификат на новый двухсистемный электропоезд.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82603164_90195748.pdf

Получен сертификат соответствия

АО «НПК «Уралвагонзавод» получил сертификат соответствия требованиям Технического регламента Таможенного Союза на восьмиосный двухсекционный полувагон «Урал», разработанный по заказу АО «Федеральная грузовая компания» (АО «ФГК»).



Полувагон модели 12-5991 «урал» выполнен в габарите 1-Т и имеет высокие технические характеристики: грузоподъемность 151 т, объем кузова 176 м³. Меньшая длина каждой секции и более высокие борта по сравнению с четырехосным полувагоном, а также применение полужесткого сцепа между секциями вместо автосцепок позволяют увеличить число полувагонов (секций) в поезде при той же его длине, а, следовательно, перевезти большее количество грузов.

Новый полувагон предназначен для перевозки массовых неагрессивных грузов по магистральным железным дорогам колеи 1520 мм с обеспечением эксплуатационной надежности в диапазоне температур окружающего воздуха от – 60 до + 50°С. В конструкции полувагона используются серийные профили и детали, что дает возможность осуществлять его техническое обслуживание и ремонт на существующих ремонтных предприятиях.

Назначенный срок службы полувагона – 32 года. Создание двухсекционных полувагонов – одно из мероприятий холдинга «РЖД», направленных на повышение провозной способности железнодорожной инфраструктуры на лимитирующих направлениях, в том числе на Восточном полигоне. АО «ФПК» планирует приобрести установочную партию из 40 полувагонов «урал» для опытно-промышленной эксплуатации состава из восьмиосных полувагонов в целях проработки инфраструктурных вопросов, связанных с тяжеловесными поездами, и подтверждения эффектов от их использования в перевозочном процессе.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82603164_90195748.pdf

Определение местоположения поезда в условиях работы систем РЭБ

Авторы Куприенко О.Ю., Батраев В.В., Маршов С.В., Ипатов С.В.

Одной из ответственных функций локомотивных устройств безопасности является расчет допустимой скорости движения. Для этого используются данные о текущем местоположении поезда и координатах

объектов инфраструктуры (светофоров, платформ, станций и др.), а также показания автоматической локомотивной сигнализации (АЛСНи (или) АЛСЕН).

В последнее время появились сложности с получением корректных координат в крупных городах и приграничных зонах из-за работы систем радиоэлектронной борьбы (РЭБ). Специалисты АО «НИИАС» активно разрабатывают алгоритмы, способные снизить влияние таких негативных факторов, как заглушенный или ложный сигнал ГНСС.

Одним из возможных решений, которое было предложено в 2018 г. в рамках работ по улучшению качества определения местоположения подвижного состава на Московском центральном кольце (МЦК), является алгоритм корректировки местоположения поезда в моменты проследования локомотивом границ тональных рельсовых цепей (ТРЦ), фиксируемые с помощью анализа уровня их сигнала.

Основная идея алгоритма заключается в том, что данные, получаемые от спутниковых навигационных систем (СНС), используются исключительно для инициализации начального положения поезда. После прохождения первого генератора ТРЦ информация от ГНСС перестает учитываться. В дальнейшем система опирается только на сигналы, полученные из рельсопроводного канала, что позволяет минимизировать влияние внешних помех и обеспечить устойчивую и надежную работу локомотивных устройств безопасности.

В настоящее время в условиях значительного влияния различных факторов на точность данных ГНСС при движении по МЦК представленный алгоритм стал основным методом определения местоположения подвижного состава.

В 2024 г. специалисты АО «НИИАС» разработали еще один алгоритм, получивший название «Движение без СНС». Он позволяет точно позиционировать подвижной состав в районах, где сигнал ГНСС либо заглушается, либо искажается. Алгоритм «Движение без СНС» предусматривает три ключевых принципа работы. В соответствии с первым из них основным источником данных является информация от датчика пути и скорости, исходя из которой локомотивная система безопасности непрерывно вычисляет пройденный путь и контролирует отсутствие ошибок измерения.

Второй принцип – ручная корректировка при достижении порогового значения возможной накопленной ошибки, что позволяет своевременно уточнять местоположение поезда.

Третий принцип заключается в том, что если при достижении критических значений предполагаемой ошибки не была реализована подзадача корректировки, то система прекращает формирование списка объектов инфраструктуры из электронной карты, исключая тем самым использование недостоверных данных.

Перспективным и актуальным направлением в плане определения точного местоположения подвижного состава является применение систем технического зрения (СТЗ). В АО «НИИАС» разрабатывается и апробируется

модуль видеоаналитики, призванный делать это автоматически по факту проследования таких объектов инфраструктуры, как светофоры, мосты, тоннели и другие элементы, доступные визуальному восприятию с помощью курсовой камеры.

Новый функционал позволит при работе в режиме «Движение без СНС» корректировать позицию по результатам такого распознавания и тем самым обнулять погрешность, возникающую при определении координаты только по одометру.

Кроме того, благодаря анализу видеоинформации появляется возможность определять геометрию пути, в том числе по характерному искривлению колеи, что особенно актуально при проследовании стрелочных переводов и криволинейных участков.

В настоящее время учитываются только наиболее значимые объекты, однако в дальнейшем планируется расширить этот перечень в целях обработки видеоинформации при движении по станции и автоматического определения пути следования по факту проезда поездом стрелочных переводов. Это позволит исключить негативное влияние человеческого фактора при ручном вводе номера пути машинистом, повысив тем самым безопасность движения в пределах станции.

Следует отметить, что внедрение видеоаналитики в контурпозиционирования является перспективным решением, позволяющим создать функциональный и эффективный модуль навигации, способный надежно работать без использования данных от ГНСС. Однако при их отсутствии существует риск получения некорректного времени. Большинство описанных в статье алгоритмов уже успешно интегрированы в современные локомотивные устройства безопасности – БЛОК, БЛОК-М и СОБ-400.

Перспективные решения на основе систем технического зрения находятся на стадии разработки и апробации. Их внедрение будет зависеть от результатов испытаний и подтверждения эффективности. Многообразие алгоритмов, предназначенных для решения задачи навигации без использования ГНСС, обусловлено разнообразием эксплуатационных условий.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82603162_51907021.pdf

Мониторинг и диагностирование инфраструктуры ВСМ-1

Автор Кореньков Д.А.

Создание эффективной системы диагностирования для высокоскоростной магистрали Москва – Санкт-Петербург (ВСМ-1) требует принципиально нового подхода к организации процесса мониторинга инфраструктуры. В отличие от традиционных железных дорог, где преобладают локальные и зачастую разрозненные устройства контроля, для ВСМ-1 разрабатывается комплексная система с многоуровневой архитектурой, обеспечивающая непрерывный и всесторонний мониторинг

всех критически важных элементов инфраструктуры в условиях динамических и статических нагрузок, характерных для скоростного движения.

В концепцию этой архитектуры заложена трехуровневая система сбора и обработки данных о техническом состоянии инфраструктуры. На первом уровне должна функционировать распределенная сеть датчиков и измерительных устройств. Они непрерывно фиксируют параметры состояния всех ключевых элементов инфраструктуры – от геометрии пути до температурных режимов контактной сети. Второй, промежуточный, уровень должен быть представлен мобильными и стационарными, в том числе встроенными, средствами диагностирования, которые обеспечивают как плановые, так и оперативные проверки. На третьем, высшем, уровне системы все информационные потоки объединятся в аналитических центрах, где будет происходить комплексная обработка данных с применением современных алгоритмов машинного обучения и предиктивной аналитики.

Высокоскоростные диагностические комплексы (ВСДК) должны представлять собой уникальные инженерные решения, размещаемые на специализированном подвижном составе. Задача этих лабораторий – проводить комплексный мониторинг параметров пути и контактной сети на скоростях до 400 км/ч. Их техническое оснащение будет включать в себя несколько взаимодополняющих систем. Это лазерные измерительные комплексы для контроля геометрии пути, высокочастотные тепловизоры для мониторинга состояния контактной сети, многоосевые вибрационные датчики для оценки динамических нагрузок, а также системы компьютерного зрения с искусственным интеллектом для мониторинга состояния искусственных сооружений.

Многофункциональные мобильные комплексы (МДК) предназначены для детального обследования инфраструктуры на скоростях до 140 км/ч. Они дают возможность проводить комплексное обследование всех элементов железнодорожного хозяйства с высоким уровнем точности. В состав оборудования МДК должны входить георадиолокационные системы для контроля плотности и однородности земляного полотна, ультразвуковые дефектоскопические системы нового поколения для выявления микротрещин в рельсах, лазерные измерители профиля контактной сети, а также специализированные системы мониторинга состояния искусственных сооружений, включая мосты и тоннели.



Рассмотренная концепция модели диагностирования и мониторинга инфраструктуры ВСМ-1 представляет собой комплексное инженерное решение, адаптированное к условиям высокоскоростного движения. Ее реализация позволит обеспечить требуемый уровень безопасности и надежности эксплуатации магистрали при сохранении высоких экономических показателей. Особое значение имеет возможность масштабирования разработанных решений для применения на других перспективных высокоскоростных маршрутах России.

Практическая реализация модели диагностирования и мониторинга инфраструктуры ВСМ-1 на подобной концептуальной основе требует тщательного планирования и поэтапного внедрения, что обеспечивается комплексным планом, разработанным АО «НИИАС» при участии экспертного сообщества.

План подготовительных мероприятий предполагает разработку методик анализа данных и проведения исследований, создание математических моделей взаимодействия инфраструктуры и подвижного состава.

План внедрения информационных систем имеет наиболее детализированный раздел, содержащий семь ключевых работ с трехуровневой декомпозицией на 131 мероприятие. Центральное место в нем занимает создание автоматизированного аппаратно-программного комплекса диагностирования и мониторинга объектов инфраструктуры (АПК ДМИ). На аппаратном уровне АПК ДМИ представляет собой сенсорные сети, состоящие из пространственно-распределенных сенсорных (измерительных, индикаторных) и шлюзовых узлов, осуществляющих прямые или косвенные измерения параметров состояния объектов инфраструктуры. По каналам и сетям передачи данные о техническом состоянии инфраструктуры доставляются от сенсорных сетей и измерительных средств в информационные системы, где проходят дополнительную интеллектуальную обработку для дальнейшей их передачи в управляющие системы.

Успешная реализация комплексного плана к 2030 г. позволит создать одну из самых совершенных систем диагностирования железнодорожной инфраструктуры, обеспечить безопасную эксплуатацию ВСМ-1 на скоростях до 400 км/ч, сформировать нормативную базу для развития других высокоскоростных маршрутов, подготовить персонал, владеющий современными методами мониторинга и анализа.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82603160_58660867.pdf

Удлиненные контейнерные поезда

АО «РЖД Логистика» продолжает начатые в середине мая отправки удлиненных контейнерных поездов с использованием возможностей терминала «Южный порт». В конце мая АО «РЖД Логистика» при участии партнера «Специальные контейнерные линии» организовало отправку с территории транспортно-логистического центра «Южный порт» контейнерного поезда длиной 100 условных вагонов. Он проследовал от станции Люблино-Сортировочное Московской до станции Иркутск-Сортировочный Восточно-Сибирской железных дорог.

Контейнерный состав был сформирован из 54 платформ, загруженных более чем 100 40-футовыми контейнерами с товарами народного потребления.



Успешной реализации проекта способствовали более широкие инфраструктурные возможности контейнерного терминала «Южный порт» и разработка специального графика движения поезда. По мнению специалистов АО «РЖД Логистика» развитие сервиса отвечает растущему спросу со стороны клиентов на ускоренные и надежные внутрироссийские железнодорожные перевозки.

В ближайшей перспективе компания планирует продолжить масштабирование оправдавших себя на практике решений по формированию и пропуску сдвоенных контейнерных поездов.

Технологии интенсивного развития ОАО «РЖД» –эффективный ответ на современные вызовы

Автор Долгий А.И.

Новые вызовы рынка железнодорожных транспортных услуг России за последние пять лет требуют от ОАО «РЖД» все более адресных и быстрых изменений в процессе управления перевозочной деятельностью. В первую очередь это связано с возросшей зависимостью грузоотправителей от биржевых (рыночных) колебаний цен на грузы всех классов, динамично меняющимися приоритетами в направлениях и структуре грузопотоков, в том числе связанными с реакцией компании и правительства Российской Федерации на санкционную политику в отношении России.

Для своевременного нивелирования негативных последствий потенциального конфликта интересов на рынке железнодорожных перевозок России необходимо создание эффективного вертикального и горизонтального взаимодействия между всеми выделенными филиалами ОАО «РЖД» и операторами рынка транспортно-логистических услуг.

Стратегическую роль в этом играет проводимая в холдинге «РЖД» цифровизация, направленная на создание единого информационного пространства – цифровой платформы управления перевозочным процессом на базе минимального числа ключевых верхнеуровневых автоматизированных систем планирования, исполнения и контроля. Такая платформа должна стать принципиальной связующей компонентой, цифровой спайкой, между всеми участниками перевозочного процесса.

Немаловажным условием повышения эффективности инвестиций, вкладываемых в капиталоемкие инфраструктурные проекты компании, являются кардинальное снижение доли экстенсивных технико-технологических решений (например, о дополнительном путевом развитии) и повышение доли интенсивных, в том числе за счет внедрения передовых систем управления движением поездов. Примером таких интенсивных решений могут служить современные технологии интервального регулирования движения поездов (ИРДП):

- система ИРДП с подвижными блок-участками (АЛСОс ПБУ), при которой основным средством регулирования движения поездов является автоматическая локомотивная сигнализация единого ряда с непрерывным каналом связи (АЛС-ЕН);

- технология ВСЦ для пассажирского и грузового движения.

Внедрение указанных технологий одновременно с адресными изменениями топологии и маршрутизации станций, а также рядом других обеспечивающих мероприятий позволяет решать задачи повышения пропускной способности участков без масштабного строительства дополнительных путей на перегонах и станциях.

Нельзя не отметить продвижение в ОАО «РЖД» таких прорывных направлений, как беспилотное управление и роботизация, которые в настоящее время являются мировыми трендами инновационного развития железнодорожного транспорта.

В 2025г. завершается опытная эксплуатация маневровых локомотивов в режиме «Автомашинист» на станции Лужская Октябрьской железной дороги.



АО «НИИАС» проработан вариант проекта «Внедрение системы управления движением электропоездов в одно лицо на МЦК и других участках железных дорог». Предлагается дооснастить электропоезда помогающим машинисту оборудованием, соответствующим уровню автоматизации УАЗ, и перейти на технологию работы без помощника машиниста на ряде участков Московской (МЦК), Октябрьской, Свердловской и Калининградской железных дорог. В 2026–2028 гг. планируется дооборудование 140 электропоездов, курсирующих на 26 маршрутах, с высвобождением и переводом на другие высокоинтенсивные направления более 450 помощников машинистов.

Интенсивно ведутся работы по вводу в эксплуатацию в ближайшие два года роботизированных систем отпуска автоматических тормозов и выявления трещин литых деталей тележек и колесных пар грузовых вагонов.

Отдельное внимание в ОАО «РЖД» уделяется развитию биоморфных роботов, которые способны функционировать не только на инфраструктуре, созданной для жизнедеятельности человека, но и при ее отсутствии.



Их целесообразно использовать при переходе от автоматизированных процессов к автоматическим в областях технического обслуживания и диагностики подвижного состава и инфраструктуры, транспортной безопасности и др.

Необходимо отметить следующие приоритетные принципы дальнейшего технологического и цифрового развития ОАО «РЖД» в области перевозочного процесса:

1. Планирование всех обеспечивающих перевозочный процесс видов работ должно быть увязано с мультимасштабным по времени полигону сети вариантным графиком движения поездов на базе единой информационной среды.

2. Исполнение нормативного и вариантного графиков движения поездов должно обеспечиваться за счет адресного внедрения на узких участках инфраструктуры современной технологии ИРДП и создания опорной сети ЦЖС.

3. Контроль исполнения и оперативная корректировка заявленного плана должны проводиться с использованием единой системы сетевого уровня АС ГИД НП.

4. В крупных инфраструктурных проектах должна быть снижена экстенсивная составляющая и увеличена доля интенсивных технико-технологических решений, таких как внедрение комплексных высокотехнологичных систем управления движением поездов.

5. Должны быть повышены интенсивность разработки, адаптации и тиражирования современных робототехнических комплексов для исключения технологических операций с опасными или физически тяжелыми условиями труда, а также беспилотных технологий в магистральном и маневровом движении.

Доказанная эффективность отмеченных передовых технологий, накопленный положительный опыт использования говорят о необходимости их широкого распространения на сети железных дорог Российской Федерации.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82603157_58563363.pdf

С использованием 3D-печати

Автор Мишин И.М.

Важным элементом обеспечения безопасности и эффективного использования железнодорожного подвижного состава являются тормозные системы, от которых напрямую зависит возможность своевременной остановки поезда и предотвращения аварийных ситуаций. Однако производство и ремонт таких систем сопряжены с рядом технологических сложностей, в частности из-за необходимости изготовления высокоточных деталей, устойчивых к экстремальным нагрузкам условиям эксплуатации.

Одним из решений проблемы может стать использование 3D-печати, которая в последние годы активно внедряется в различных отраслях промышленности, открывая новые возможности для оптимизации производственных процессов и повышения качества продукции. Она позволяет создавать изделия сложной геометрической формы, которые невозможно или крайне трудно изготовить традиционными методами, а также сокращает время и затраты на производство и ремонт деталей.

Первой напечатанной металлической деталью для железнодорожного подвижного состава, качество которой непосредственно влияет на безопасность движения, стала подвеска башмака тормозной колодки четырехвагонных поездов метрополитена DT4, производившихся в 1988–2006 гг. Эти поезда эксплуатируются компанией-оператором Hamburger Hochbahn AG на линии гамбургского метрополитена Hamburg U-Bahn.

Еще один пример внедрения 3D-технологий для изготовления тормозного оборудования – металлическая панель блока управления тормозами американской компании Wabtec.



Изготовление такой панели занимает примерно 28 ч, при этом 3D-принтер способен одновременно печатать шесть панелей.

Китайская компания – производитель 3D-принтеров Eplus 3D предложила использовать свой принтер EP-M650 для изготовления тормозных дисков высокоскоростных поездов, диаметр которых равняется 648 мм, толщина – 90 мм. Общее время печати первого экземпляра составило 631 ч.

Использование аддитивных технологий позволило значительно сократить затраты и сроки производства ответственной и технологически сложной детали по сравнению с традиционными методами изготовления.



Помимо сокращения сроков изготовления и снижения затрат инновационная технология обеспечила ряд конструктивных и эксплуатационных преимуществ напечатанных деталей. Тормозные диски, изготовленные с помощью аддитивных технологий, обладают повышенной плотностью, что улучшает их механические и фрикционные свойства. Кроме того, такие диски отличаются более эффективным отводом теплоты.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82388373_37558877.pdf

Перспективные методы анализа геометрии рельсовой колеи

Авторы Певзнер В.О., Малинский С.В., Шарова В.О.

Повышение скорости движения поездов, их массы, длины и осевой нагрузки предъявляют все более высокие требования к надежности железнодорожной инфраструктуры. Для обеспечения стабильного и безопасного функционирования пути уже недостаточно традиционных методов оценки его состояния, основанных на амплитудном анализе геометрии рельсовой колеи (ГРК).



Вместе с ними требуется применять новые технологии, позволяющие комплексно оценивать влияние всей совокупности неровностей рельсовой колеи в процессе взаимодействия пути с подвижным составом при его следовании по участку.

В мировой практике используются два подхода. Первый из них заключается в оценке амплитуд отдельных неровностей рельсовой колеи с последующим суммированием этих оценок в пределах отрезка пути заданной длины. Такой подход базируется на методах амплитудного анализа регистрируемых неровностей. По его результатам отрезок пути относится к одному из установленных классов состояния.

При втором подходе оценивается комплексное воздействие всей совокупности неровностей рельсовой колеи на работу пути и подвижной состав. Он базируется на методах математической статистики (как правило, это корреляционный и спектральный анализы неровностей). Применение этих методов позволяет учитывать особенности воздействия на подвижной состав не только отдельных амплитуд неровностей, но и периодичностей их повторения, а также взаимосвязей неровностей в профиле и плане на заданных участках пути.

С повышением скорости движения в первом случае просто ужесточаются нормы содержания пути, а во втором – определяются расчетные показатели взаимодействия пути и подвижного состава с их нормированием, что позволяет точно позиционировать проблемные места, существенно повышая безопасность движения поездов.

На отечественных железных дорогах используется первый подход. При этом за рубежом уже несколько десятилетий активно применяется и совершенствуется второй подход (особенно на высокоскоростных линиях). Строительство магистрали, предназначенной для движения поездов со скоростью до 400 км/ч, потребует разработки аналогичных второму подходу методик, обеспечивающих получение всей актуальной информации о состоянии путевой инфраструктуры (в том числе о ГРК) и ее комплексную оценку.

Конечно, неровности рельсовой колеи можно обнаружить и визуально, но именно спектральный анализ позволяет выявить периодичности с конкретными значениями длин неровностей, приводящие к нарушению плавности хода. Основой спектрального анализа параметров ГРК является дискретное преобразование Фурье по выборкам из промеров, зарегистрированных вагоном-путеизмерителем на заданном отрезке пути. Результатом такого преобразования являются оценки амплитуд периодических составляющих неровностей, представленные графически в порядке убывания заданных периодичностей, часто называемых длинами волн. Такое графическое представление называется спектром, который демонстрирует в удобной форме основные характеристики и особенности периодичностей повторения неровностей и их взаимосвязей на заданном участке пути.

Перспективность этого метода анализа очевидна еще и потому, что он позволяет оценить длинноволновые составляющие неровностей, которые не учитываются в традиционных (амплитудных) методах оценки при обычных скоростях движения. При высокоскоростном движении на динамику взаимодействия пути и подвижного состава в значительной степени начинают влиять составляющие неровностей, практически незаметные при обычных скоростях движения (например, длинноволновые неровности с периодом более 100 м).

Очевидно, что при увеличении скорости движения влияние длинных неровностей на показатели взаимодействия пути и подвижного состава резко возрастает. В связи с этим необходимо разработать дополнения к действующей инструкции по оценке состояния пути на участках со скоростями движения до 250 км/ч. Кроме того, к моменту начала эксплуатации новой ВСМ Москва – Санкт-Петербург, на которой будет организовано движение со скоростями 250–400 км/ч, потребуется разработать и утвердить новую отдельную инструкцию.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82388376_24130837.pdf

Новый магистральный тепловоз готов к опытному пробегу

На Брянском машиностроительном заводе завершена сборка второго экземпляра нового грузового магистрального тепловоза ТЭ26. Сейчас локомотив направлен в Щербинку, на экспериментальное кольцо Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта, где начнется этап предварительных испытаний. Ключевым моментом этих испытаний станет опытный пробег, в ходе которого специалисты оценят работу опытного образца в реальных условиях эксплуатации, его взаимодействие с железнодорожной инфраструктурой и выполнение расчетных режимов работы.

В ходе пробега тепловоз должен преодолеть расстояние в пять тысяч километров в грузовом режиме и подтвердить заявленные технические характеристики. По завершении этой фазы ТЭ26 будет передан в Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава в Коломне Московской области для проведения приемочных и сертификационных испытаний в специализированных центрах.

Тепловоз ТЭ26 представляет собой универсальный односекционный локомотив, предназначенный для перевозки грузовых, грузопассажирских и пассажирских составов. Первый экземпляр был собран на Брянском машиностроительном заводе в июне 2025 года. В конце августа этот образец будет представлен на выставке PRO//Движение. Экспо в Санкт-Петербурге. В сентябре он присоединится ко второму тепловозу для совместного прохождения приемочных и сертификационных испытаний.

Особенностью нового магистрального тепловоза является высокая степень локализации производства – свыше 90% комплектующих имеют российское происхождение.



Проект реализован по заказу Брянского машиностроительного завода при участии конструкторского бюро компании «ТМХ-Инжиниринг». ТЭ26 становится важным этапом в развитии отечественного локомотивостроения, совмещая современные технические решения и значительный уровень импортозамещения. Внимательное прохождение испытаний позволит обеспечить надежность и эффективность работы нового тепловоза на российских железных дорогах.

<https://technosuveren.ru/novyj-magistralnyj-teplovoz-gotov-k-opytному-probegu/>

Современные силовые полупроводниковые приборы для железнодорожного транспорта

Автор Ставцев А.В.

В последние десятилетия железнодорожный транспорт развивается стремительными темпами. Современные проекты в этой области ориентируются на следующие направления:

- высокоскоростные поезда;
- водородные, гибридные и полностью электрические локомотивы;
- бесшумный городской электротранспорт (метро, трамваи, электропоезда);
- поезда на магнитной подушке.

Все эти сегменты требуют использования эффективных, компактных, легких и надежных тяговых преобразователей, и преобразователей собственных нужд, способных работать при высоких напряжениях и повышенных частотах коммутации.

К создаваемым образцам преобразовательной техники предъявляются следующие требования:

- повышение надежности и срока службы;
- снижение стоимости жизненного цикла и эксплуатационных расходов;
- увеличение КПД и энергоэффективности в целом;
- уменьшение массогабаритных показателей;
- минимизация негативного воздействия на качество электроэнергии питающей сети.

Ключевым элементом преобразовательной техники являются силовые полупроводниковые приборы, которые во многом определяют их базовые характеристики. Таким образом, потенциал и развитие силовых полупроводниковых приборов напрямую влияют на технические возможности преобразователей для железнодорожного транспорта и, в конечном итоге, на характеристики подвижного состава в целом.

Исходя из требований, предъявляемых к современной преобразовательной технике для железнодорожного транспорта, формируются соответствующие требования к силовым полупроводниковым приборам, используемым в этой отрасли. Одним из ключевых требований является повышение плотности тока, которое достигается благодаря снижению динамических и статических потерь, увеличению максимальных рабочих температур и улучшению тепловых характеристик приборов. Кроме того, для улучшения потребительских свойств преобразовательной техники необходимо повышение частоты коммутации, что требует снижения паразитных индуктивностей в конструкции приборов и оптимизации распределения токов по токоведущим цепям.

Не менее важным требованием является повышение ресурса и надежности приборов. В условиях интенсивной эксплуатации железнодорожного транспорта долговечность и стабильность работы силовых полупроводниковых приборов становятся критически важными параметрами.

Современные тенденции также включают требования к повышению степени интеграции, что позволяет создавать более компактные и функциональные устройства. При этом разработка кастомизированных решений под конкретные задачи железнодорожной отрасли становится все более востребованной, обеспечивая оптимальное сочетание характеристик и стоимости. Наконец, снижение стоимости удельной мощности остается важным экономическим требованием, позволяющим внедрять передовые технологии без значительного увеличения затрат. Это особенно актуально для массового применения в железнодорожной инфраструктуре.

Таким образом, современные силовые полупроводниковые приборы для железнодорожной отрасли должны сочетать высокую эффективность,

надежность, компактность и экономичность, что требует постоянного совершенствования технических решений и технологии их производства. Несмотря на доминирование транзисторных технологий в современных технических решениях, тиристоры не утратили своей актуальности и продолжают использоваться в силовых системах железнодорожного транспорта. Производители продолжают совершенствовать характеристики тиристоров.

Современные быстродействующие тиристоры обладают сокращенным временем выключения, что расширяет область их применения. Появились тиристоры с элементами самозащиты, способные корректно переключаться при превышении предельного значения dV/dt , перенапряжении или приложении повторного напряжения в момент неполного восстановления. Также разработаны тиристоры с повышенной устойчивостью к циклическим нагрузкам. В целом наблюдается тенденция к замене тиристорной техники на решения с использованием IGBT/SiC там, где это экономически и технически оправдано. Однако для некоторых задач классические тиристоры еще долгое время будут использоваться параллельно с современными технологиями.

Современные тенденции развития силовых полупроводниковых приборов для железнодорожного транспорта направлены на дальнейшее повышение эффективности, интеграцию интеллектуальных функций и освоение новых материалов.

Рассмотрим некоторые перспективные направления.

1. Интеллектуальные силовые модули (IPM, Intelligent Power Module). Это силовые модули, объединяющие в одном корпусе не только собственно транзисторы/диоды, но и встроенные драйверы управления, датчики тока, температуры, а также схемы защиты и диагностики. IPM изначально появились для промышленной автоматики и электроприводов, но они все более актуальны и для тяговых преобразователей железнодорожной техники. Их преимущества очевидны: высокая степень интеграции упрощает разработку системы, сокращает число внешних компонентов и повышает надежность благодаря оптимальному согласованию внутри модуля.
2. Системы мониторинга состояния и предиктивная диагностика. Внедрение датчиков и электронных измерителей прямо в силовые модули открывает возможность непрерывно контролировать их состояние. Перспективным является встроенный мониторинг параметров силового элемента: падения напряжения на открытом приборе, времени переключения, утечек, температуры кристалла, изменение теплового сопротивления и др. Для железнодорожных операторов это чрезвычайно важно: переход от планово-предупредительной системы ремонта и обслуживания к обслуживанию по состоянию позволяет снизить издержки и избежать внеплановых простоев.
3. Новые полупроводниковые материалы и приборы будущего. Помимо SiC и GaN, которые уже вошли в практику, в лабораториях ведутся разработки силовых приборов на алмазе и других ультраширокозонных полупроводниках (оксид галлия Ga_2O_3 , нитрид алюминия AlN и др.).

Алмазные транзисторы обещают невиданные характеристики: ширина запрещенной зоны ~5,5 эВ, критическое электрическое поле пробоя порядка 10 МВ/см, теплопроводность в 3–5 раз выше, чем у меди.

4. Новые методы охлаждения и компоновки. Параллельно с развитием самих приборов идут инновации в области их охлаждения. Появляются решения по двухстороннему охлаждению силовых модулей (охлаждение с обеих сторон чипа для равномерного отвода тепла) и использование тепловых трубок.

5. Глубокая интеграция комплектного электропривода. Также рассматривается интеграция силовых модулей непосредственно на тяговых двигателях–интегрированный привод, где инвертор крепится на корпус двигателя, что сокращает длину кабелей, уменьшает потери и помехи. Все это требует очень надежных и компактных силовых компонентов, что становится возможным благодаря новым полупроводникам.

6. Улучшение характеристик IGBT. Нельзя забывать, что и традиционные кремниевые IGBT продолжают совершенствоваться. В настоящее время доступны IGBT VII поколения с еще более низким падением напряжения и возможностью работы при +175 °С. На подходе технологии с тонкопленочным затвором и новые конструкции ячеек, снижающие паразитные емкости и повышающие скорость.

Надежность силовых полупроводниковых приборов–критически важный параметр в железнодорожной технике, где отказ тягового привода может вывести из строя локомотив и повлиять на безопасность движения. При проектировании преобразователей закладывается ресурс, рассчитанный на десятилетия интенсивной эксплуатации (до 30 лет, что эквивалентно миллионам циклов нагрузки).

Отрасль силовой полупроводниковой электроники для железнодорожного транспорта находится в фазе динамичного развития. Новые материалы и интеллектуальные технологии открывают возможности для создания еще более эффективных, надежных и «умных» тяговых преобразователей. Это, в свою очередь, будет способствовать появлению более энергоэффективного и экономичного тягового подвижного состава, с меньшими затратами на его жизненный цикл и лучшими эксплуатационными качествами.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82670149_95695779.pdf

Направления развития локомотивного комплекса

Автор Михальчук Н.Л.

Локомотивное хозяйство является наиболее ресурсоемким и капиталоемким производством в ОАО «РЖД», на которое приходится до 1/3 ежегодных затрат всей Компании. Поэтому эффективное управление локомотивным комплексом во многом предопределяет эффективность работы

ОАО «РЖД» сегодня, а грамотное стратегическое планирование является залогом сохранения стабильности и инвестиционной привлекательности.

На грузовую базу окажет влияние наблюдаемая уже сегодня переориентация грузоотправителей на восточное направление, что будет связано с активным развитием Восточного полигона сети железных дорог. На основе прогнозных показателей грузооборота и пассажирооборота на долгосрочную перспективу в целом по сети определен потребный парк локомотивов. Поставленные задачи являются весьма амбициозными, и, чтобы их освоить, необходим системный подход к управлению имеющимися активами.

В целях достижения необходимого технического состояния активов Дирекция тяги ведет работу более чем по десяти направлениям, включая:

- текущее управление тяговыми ресурсами;
 - управление инфраструктурой деповского хозяйства;
 - управление тягово-энергетическими ресурсами;
 - управление технологиями эксплуатации;
 - внедрение системы менеджмента безопасности движения; □
- цифровизация производственных процессов;
- управление персоналом;
 - развитие системы управления;
 - проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) и разработка новой техники;
 - снижение негативного воздействия транспортной системы на окружающую среду.

Центральным элементом системы управления остается локомотив. Локомотивостроительными предприятиями совместно с ОАО «РЖД» непрерывно ведутся разработка и ввод в эксплуатацию локомотивов нового поколения для вождения поездов массой 7100 – 8000 т и более. Они обладают повышенными тяговыми и энергетическими характеристиками, реализующими повышенные КПД и коэффициент мощности при одновременном снижении расхода топливно-энергетических ресурсов.

Чтобы реализовать весь потенциал инновационного тягового подвижного состава, необходимо внедрять и применять инновационные системы и методы управления.



Особое внимание уделяется совершенствованию конструкции локомотивов, так как надежность каждого их элемента влияет на безопасность перевозочного процесса. С этой целью ведутся перспективные конструкторские разработки, определяются области их применения.

Следующим направлением является модернизация эксплуатируемого парка тягового подвижного состава. Посредством модернизации восстанавливаются до расчетных и повышаются сверхнормативных основные параметры локомотивов. В процессе эксплуатации и ремонта парка электровозов и тепловозов анализируются и вырабатываются технологические решения, направленные на экономию топливно-энергетических ресурсов, по результатам технической диагностики принимаются решения, улучшающие работу локомотивов.

Также рассматриваются вопросы совершенствования системы управления в целом – от эксплуатационного локомотивного депо до взаимодействия локомотивного комплекса с основными подрядчиками и потребителями тяги.

Благодаря такой комплексной работе мы сможем достичь целевых стратегических параметров. Ключевые из них – это:

- разработка и поставка нового, эффективного тягового подвижного состава;
- развитие локомотиворемонтных заводов, объектов депоовского хозяйства и до оснащение его необходимым технологическим оборудованием;
- снижение расхода топливно-энергетических ресурсов;
- выполнение установленных показателей безопасности движения;
- внедрение проектов цифровой трансформации;
- реализация мер по удержанию, привлечению и развитию персонала.

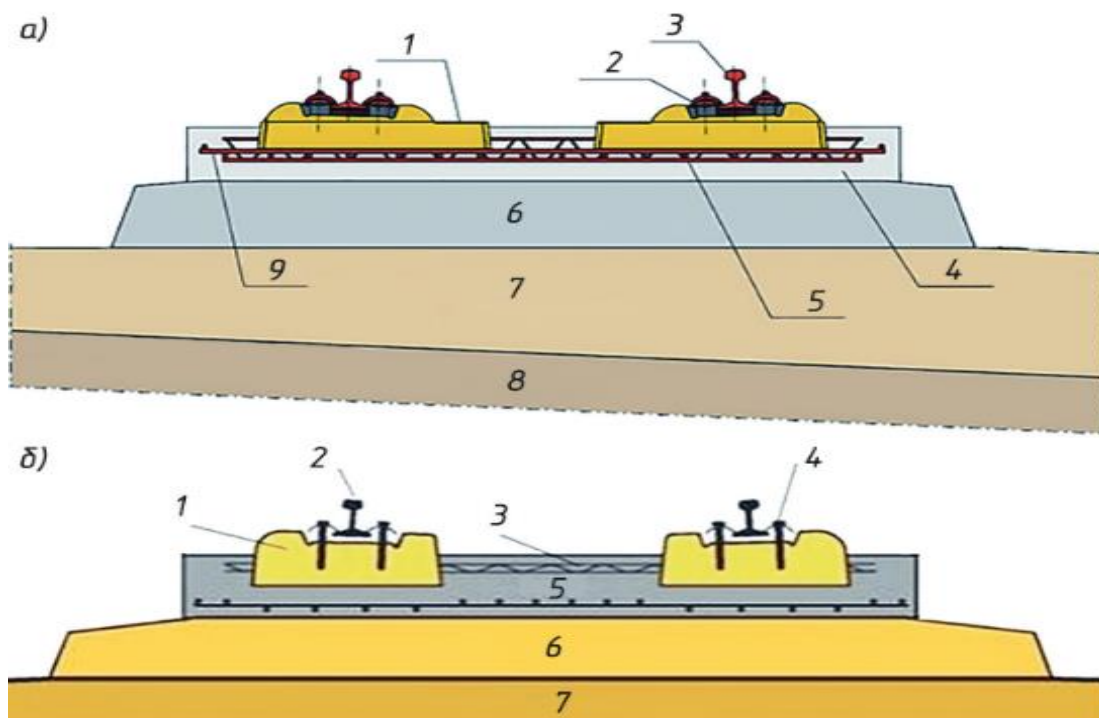
https://elibrary.ru/download/elibrary_82711506_52264077.pdf

Типы верхнего строения пути для высокоскоростных железных дорог

Авторы Рословец А.А., Бондаренко А.А., ЛИ Бинфан, Чэнь Ч.

Мировой опыт развития скоростного и высокоскоростного движения показывает необходимость применения в конструкции пути современных технических решений, обеспечивающих его стабильность при движении поездов со скоростью свыше 300 км/ч. В частности, китайский опыт предусматривает строительство ВСМ в большинстве случаев на эстакадах. Таким образом обеспечивается пересечение железнодорожных линий с автомобильными и прочими дорогами в разных уровнях, кроме того, затрудняется доступ вандалам и диким животным к объектам инфраструктуры.

Вопрос о целесообразности широкого применения безбалластного пути для условий российских железных дорог, в том числе для грузового движения, остается открытым. Известно, что в БВСП рельсовые скрепления с промежуточным эластичным слоем – главный элемент, упругие свойства которого формируют от 80 до 95 % упругих свойств всей конструкции пути в целом. Это подтверждают натурные измерения прогиба рельса под воздействием нагрузок от подвижного состава. Согласно предпроектной документации линии ВСМ «Москва – Санкт-Петербург» для российских условий эксплуатации необходимо учитывать минимальную температуру 50°C.



Типы БВСП, используемые в Германии:

- а — Rheda2000; 1 — шпала В355; 2 — крепление Vossloh W300; 3 — рельс 60 E1;
4 — бетон железнодорожного полотна C30/37; 5 — продольное армирование;
6 — гидравлический связанный несущий слой; 7 — морозозащитный слой;
8 — постель балласта; 9 — поперечное армирование;
б — Züblin; 1 — железобетонная полушпала; 2 — рельс, 3 — сплошная
решетчатая арматура, 4 — крепление типа Vossloh IOARV 300, 5 — несущий
слой, 6 — подстилающая плита, 7 — монолитная бетонная плита

В связи с этим необходимо актуализировать расчетную модель для определения упругого прогиба рельса от воздействия подвижного состава на БВСП с учетом влияния низких температур с последующим формированием требований к упругим характеристикам рельсовых скреплений с промежуточным эластичным слоем для БВСП, а также скорректировать методы подтверждения соответствия этим требованиям.

В мире для высокоскоростных железных дорог на БВСП в основном применяют следующие типы БВСП: на сплошном подрельсовом основании японского производства Sinkansen, немецкого производства Rheda 2000, безбалластный путь Züblin, на сплошном подрельсовом основании Bögl, CRTS китайского производства и др. К двухсекционному БВСП монолитного типа относятся Rheda 2000, Züblin, CRTS I и CRTS II. Конструкции различных двухсекционных БВСП показаны на рисунке.

Безбалластные конструкции типа CRTS I и Sinkansen называют БВСП на сплошном подрельсовом основании блочного типа. БВСП на сплошном подрельсовом основании Sinkansen преимущественно уложено на мостах и туннелях новых магистралей, общая протяженность его составляет 1300 км.

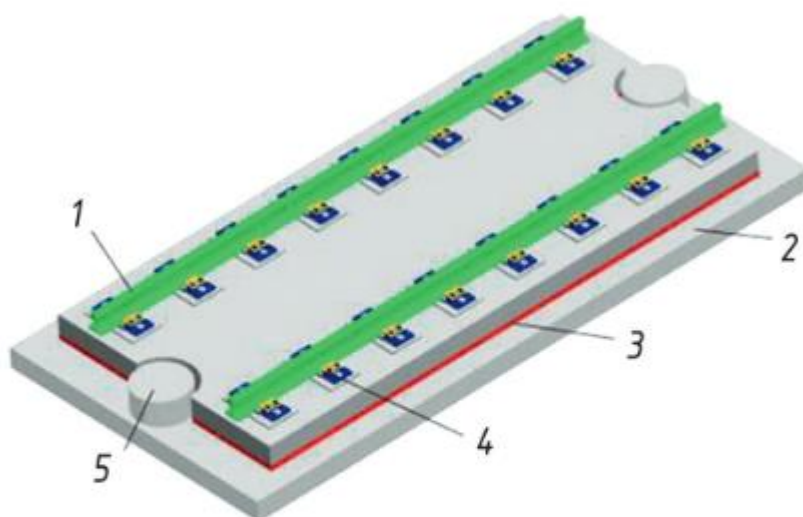


Схема БВСП на сплошном подрельсовом основании типа CRTS I:
1 — рельс; 2 — бетонная плита подставки; 3 —
заполняющий слой из битумно-полимерного раствора;
4 — система скрепления; 5 — выпуклый упор

БВСП типа CRTS II и Bögl относятся к неразрезным с продольным соединением плит. Конструкция БВСП типа CRTS III китайского производства является типовой и используется на земляном полотне, мостах, туннелях.

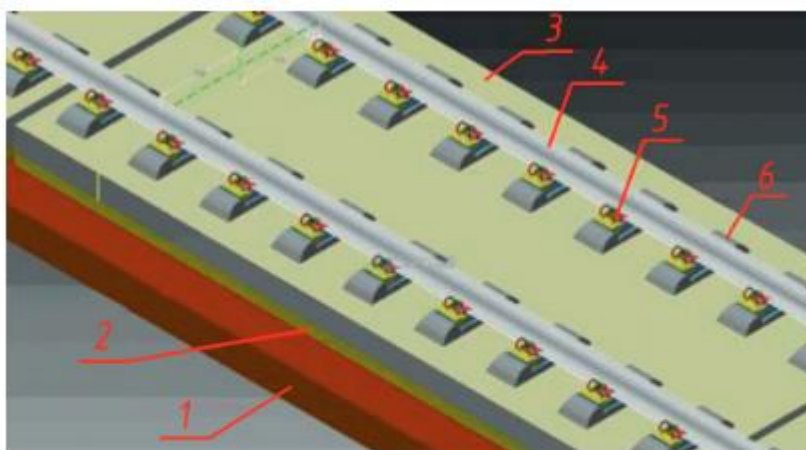
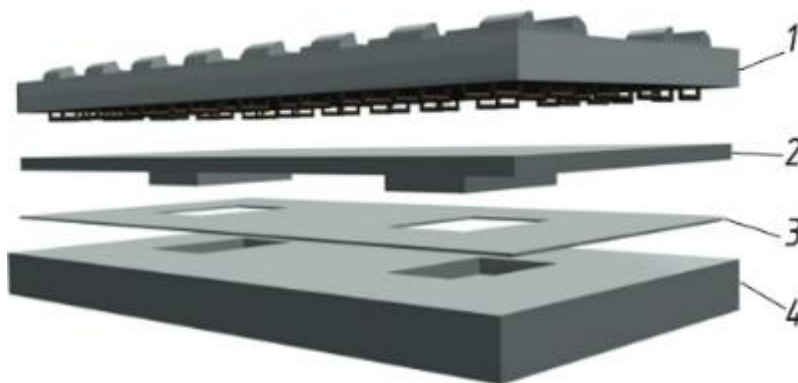


Рис. 5. Схема БВСП на сплошном подрельсовом основании типа CRTS III:

1 — несущий слой; 2 — самоуплотняющийся слой из бетона; 3 — рельсовая плита; 4 — рельс; 5 — система скрепления; 6 — двухсекционная шпала

С учетом представленного обзора применения БВСП разного типа в различных странах для нашей страны значительный интерес представляют двухсекционная БВСП, БВСП на сплошном подрельсовом основании CRTS I, CRTS II, CRTS III. В свою очередь необходимо отметить, что CRTS III была адаптирована под российские условия эксплуатации. БВСП CRTS III RUS позволяет обеспечивать движение поездов со скоростью до 400 км/ч при низких отрицательных температурах и большой годовой амплитуде температур, смешанном движении, различных нагрузках от колесных пар на рельсы, а также безопасность, надежность и ремонтпригодность конструкции.



Конструкция БВСП типа CRTS III RUS:

1 — рельсовая плита из преднапряженного железобетона толщиной 220 мм; 2 — самоуплотняющийся бетон (100 мм); 3 — изоляционный слой (2 мм); 4 — железобетонное основание

https://elibrary.ru/download/elibrary_82381863_69386269.pdf

Мостовые сооружения как элементы инфраструктура ВСМ

Авторы Смирнов В.Н., Дьяченко Л.К.

Мостовые сооружения являются ключевым элементом инфраструктуры высокоскоростных магистралей. Конструктивные решения мостов во многом определяют возможность следования поездов с заданной скоростью. Для обеспечения надежности разнообразных вариантов мостов, эстакад, виадуков и путепроводов необходимо выполнять ряд требований к их конструкциям. Как показывает мировой опыт, мостовые сооружения составляют 50 % и более общей протяженности магистралей, что обусловлено возможностью устройства пересечений с другими авто- и железнодорожными линиями в разных уровнях, сложными геологическими условиями, а также требованиями по минимизации вмешательства в окружающую среду.

Увеличение темпов строительства искусственных сооружений влечет за собой необходимость разработки унифицированных решений. Типовыми конструкциями мостового полотна для ВСМ обычно являются разрезные балочные пролетные строения длиной 20 – 50 м. Для малых и средних пролетов также применяют конструкции из неразрезных балок. Следует отметить, что применение типовых конструкций, особенно на китайских ВСМ, способствовало резкому росту индустриализации изготовления пролетных строений и позволило достичь высоких темпов сооружения многопролетных эстакад, составляющих основную долю искусственных сооружений.

В настоящее время на высокоскоростных линиях акционерного общества «Германские железные дороги» (DB AG) все больше применяются рамные бесшарнирные мостовые сооружения со статически неопределимыми схемами пролетных строений. Такие конструкции обладают хорошими эксплуатационными качествами и долговечностью, не требуют высоких расходов на содержание и эксплуатацию, эстетически привлекательны. Интерес к применению решетчатых балок вызван тем, что, в отличие от сплошностенчатых конструкций, стенка в данном случае представляет собой набор дискретных элементов, работающих на осевые силы, вследствие чего экономится сталь.

Железнодорожный мост Конпхо наряду с железобетонными предварительно-напряженными коробчатыми пролетными строениями в основном пролете имеет арку с двойной затяжкой, что является новшеством в практике мостостроения.



Мостовой переход Дашенгуан, расположенный вблизи г. Нанкина, находится на ВСМ Пекин – Шанхай (называемой Цзинху). Расчетная скорость движения составляет 350 км/ч. Мост имеет самый большой пролет для металлических арочных мостов под высокоскоростную железную дорогу.

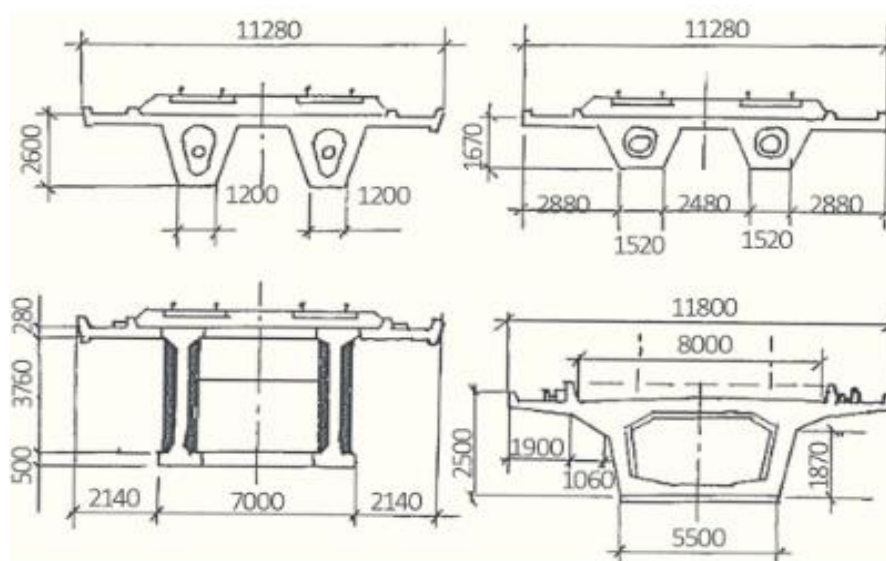
Схема пролетных строений арочной части моста: $51,2 + 130 + 51,2 = 232,4$ м при ширине 9,1 м (один путь).



Расположение железнодорожных путей на мосту Дашенгуан

Введение вторичной затяжки, несмотря на усложнение конструкции, позволяет повысить жесткость системы пролетного строения и сэкономить материалы. Авторы называют подобную систему аркой с двойной затяжкой.

Для итальянских ВСМ характерны различные балочные системы с использованием типовых конструкций в виде двухкоробчатых пролетных строений под два пути. Применяются также плитно-ребристые конструкции.



Поперечные сечения пролетных строений эстакад ВСМ (Италия)

Большинство пролетных строений мостов и путепроводов на французских ВСМ выполнено в виде балок неразрезной системы из монолитного железобетона. Сечение – коробчатое, под два пути. Длина пролетов – около 30 м; высота коробки – около 3 м. Балочные пролетные строения, бетонируемые на подходах, монтировали методом циклической продольной надвигки по пол пролета с применением аванбеков.

В отличие от конструкций на обычных железных дорогах к пролетным строениям ВСМ предъявляются более высокие требования по жесткости, обеспечивающей плавное и стабильное движения поезда. Учитывая, что временная нагрузка на мосты ВСМ значительно меньше, чем на обычных железных дорогах, именно требования по второй группе предельных состояний, а не по первой (несущая способность) становятся определяющими.

Унифицированные пролетные строения, разработанные в КНР, учитывали опыт проектирования ВСМ в Европе, результаты исследований, проведенных Международным союзом железных дорог (UIC) и Немецким институтом стандартизации (DIN), а также итоги значительного количества экспериментальных разработок, выполненных крупными университетами в КНР.

К числу основных конструктивных требований, определяющих технико-экономические параметры пролетных строений, относятся следующие : ограничение диапазона собственных частот колебаний конструкции, которые могут привести к резонансным режимам работы при динамическом воздействии высокоскоростных поездов; ограничение вертикальных прогибов от временной нагрузки, определяющих плавность и комфортность перемещения пассажиров на ВСМ; ограничение углов поворота торцов пролетного строения и углов перелома профиля над опорами, определяющих геометрию пути на сооружении; уменьшение влияния длительных деформаций (ползучесть бетона, осадки фундаментов опор), которые могут привести к нарушению геометрии пути и неравномерным осадкам, что снижает безопасность движения высокоскоростных поездов; снижение продольных усилий и деформаций, возникающих при совместной работе бесстыкового пути и конструкции мостового сооружения, определяющих устойчивость пути.

Помимо требований по ограничению предельных деформаций конструкций для сооружений ВСМ вводится ряд ограничений уровня допустимых ускорений пролетных строений и вагонов подвижного состава, также обеспечивающих безопасность движения высокоскоростных поездов, например, ограничение величины основной (первой) частоты колебаний пролетного строения.

Одним из основных параметров при измерении устойчивости движения поезда по сооружению является коэффициент обезгруживания колес.

Использование мирового опыта проектирования и строительства мостовых сооружений на ВСМ, высокий творческий и инженерный потенциал

отечественных ученых, проектировщиков и строителей позволят успешно решить задачу строительства ВСМ в России.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82381867_49716622.pdf
https://elibrary.ru/download/elibrary_82536991_57982461.pdf

Железобетонные шпалы для горно-перевальных участков

Авторы Рессина Н.В., Сошников Н.В.

Развитие экономики России диктует необходимость интенсификации работы железных дорог восточного региона страны. Наращивание перевозочного процесса сдерживают недостаточные возможности инфраструктуры, в том числе несовершенство конструкции верхнего строения пути.

Перед специалистами ВНИИЖТа была поставлена задача разработки железобетонного подрельсового основания, которое способно обеспечить обращение тяжеловесных поездов с повышенными осевыми нагрузками. В рамках выполнения этой задачи была создана железобетонная шпала, конструкция которой позволяет эксплуатировать тяжеловесные поезда с нагрузкой на ось до 25 тс в условиях сложного плана и профиля горно-перевальных участков.

С учетом особенностей работы в верхнем строении пути были разработаны шпалы для прямых участков и кривых радиусом 350 м и менее. Каждая конструкция имеет исполнение двух видов: с подшпальными прокладками и без них. Шпалы рассчитаны на применение рельсов типа Р65 с шурупно-дюбельными скреплениями типа ЖБР-65ПШТ и ЖБР-65ПШР для железных дорог России и стран СНГ.

Образцы прошли предварительные (заводские) и приемочные испытания, по результатам которых было принято решение о выпуске установочной партии 200 тыс. шпал. Регулировка ширины рельсовой колеи при скреплении ЖБР-65ПШТ предусмотрена с помощью специальных скоб, которые позволяют варьировать размер колеи от 1520 до 1524 мм в прямых (шпалы типоразмера I-ДП) и от 1526 до 1535 мм в кривых (шпалы I-ДПК-30) с шагом в 2 мм.

Шпалы, имеющие подшпальные прокладки, более равномерно передают поездную нагрузку на балластный слой и гораздо устойчивее в поперечном и продольном направлениях, что особенно важно для кривых участков пути. Поэтому при разработке конструкции и технологии изготовления шпал для горно-перевальных участков учитывалась возможность применения специальных упругих подшпальных прокладок.



Шпала типоразмера I-ДПК-30 со смонтированным узлом крепления ЖБР-65ПШТ



Скобы для регулировки ширины колеи в узле крепления

Шпалы обладают повышенным назначенным ресурсом – 2,5 млрд т брутто пропущенного груза или 50 лет эксплуатации. При этом следует учитывать, что на величину назначенного ресурса оказывают влияние местные эксплуатационные факторы, такие как уклон, радиус кривой, годовой перепад температур. В настоящее время опытная партия шпал для горноперевальных участков уложена в путь и проходит испытания на Дальневосточной железной дороге.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82381865_52906777.pdf

Современные методы диагностики элементов верхнего и нижнего строения пути

Авторы Баранов А.С., Галиев А.Ф., Ерендеева А.Р.

Особое место в диагностике транспортной инфраструктуры занимает диагностика искусственных сооружений, в частности определение прогиба пролетных строений мостов, для чего используют различные прогибомеры, нивелиры и тахеометры. Кроме традиционных методов на практике используют измерения тензометрическими мобильными комплексами. При этом на ребра пролетного строения устанавливают тензодатчики, защищенные от климатических воздействий.

Данный метод позволяет определить изгибные деформации пролетного строения, а также выполнить прогноз изменения его состояния во времени и рассчитать остаточный ресурс по несущей способности и грузоподъемности. Акустическое дистанционное зондирование представляет собой метод, основанный на использовании генерации звуковых волн, проникающих в грунт для изучения подземных структур. Изменение скорости распространения звуковых волн могут указывать на наличие карстовых образований.

С помощью технологий дистанционного зондирования Земли получают большой объем геопространственной информации, которую применяют при строительстве железнодорожной инфраструктуры. Для мониторинга состояния балластного слоя и грунта земляного полотна под основной

площадкой разработан многоканальный георадарный комплекс ГЕОТЕХ «ОКО», который использует радиолокационное зондирование. Комплекс может быть размещен в вагоне-путеизмерителе или другой специализированной подвижной единице. Несколько антенных блоков позволяют исследовать основную площадку на всю ее ширину. Для более детального изучения верхних слоев возможно использование антенных блоков разных частотных диапазонов. Преимуществом данного комплекса является одновременный прием сигнала с нескольких источников, что позволяет получать более точные данные.

Также для обследования железнодорожной инфраструктуры используют сейсморазведку методом отраженных волн, с помощью которого определяют свойства грунта, а также тектонические особенности. Метод позволяет с высокой точностью оценивать геологическое строение при любых наклонах отражающих границ.

В отдельный метод мониторинга земляного полотна можно выделить применение волоконно-оптический датчиков.

На сети ОАО «РЖД» основным способом диагностики земляного полотна служит контрольно-оповестительная система (КОС), которая использует распределенные волоконно-оптические кабели и сенсоры. Датчики размещают в грунте под путями и передают собранные данные на анализатор, находящийся на ближайшей станции. Преимуществом этого метода является возможность удаленного доступа к полученным данным, а также уменьшенная нагрузка на службы мониторинга.

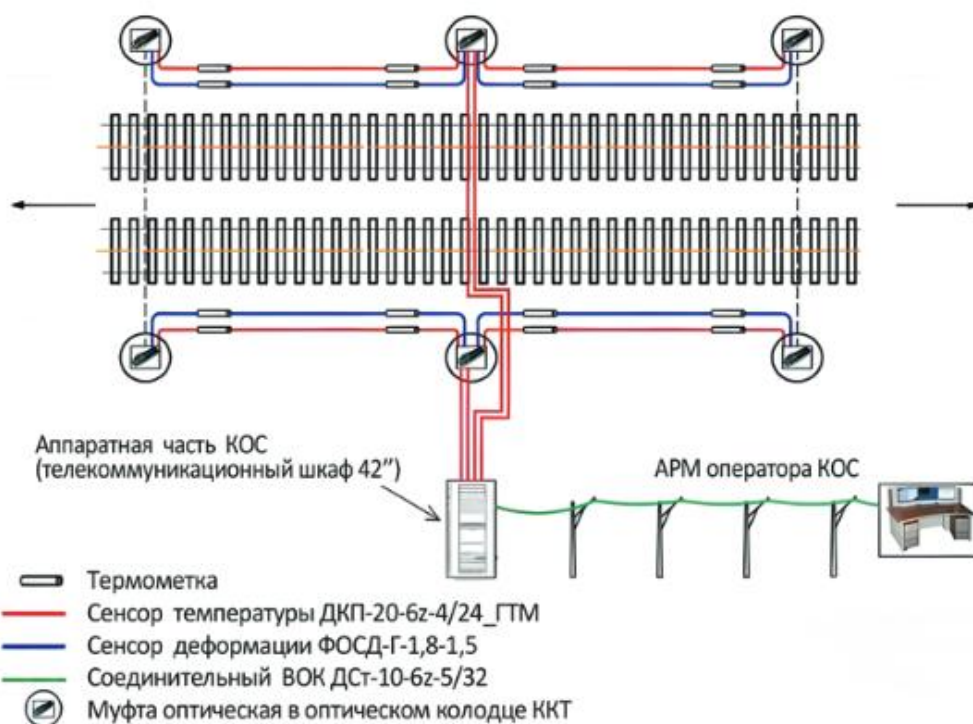
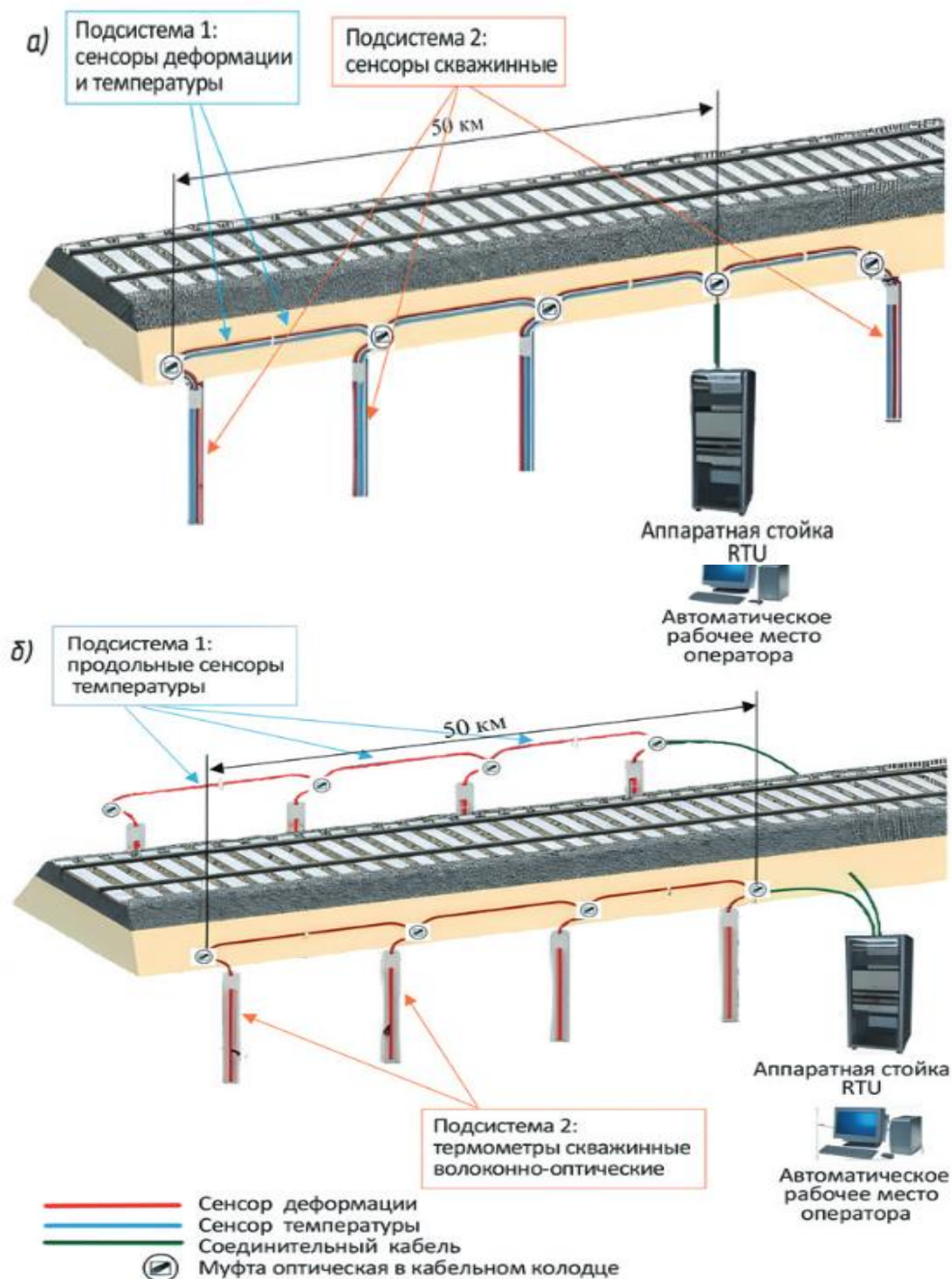


Схема контрольно-оповестительной системы

С помощью данного способа можно проводить мониторинг: карстоопасных участков (контроль развития карстово-суффозионных процессов и просадки земной поверхности); оползневых участков (определение границы оползней, их глубины и скорости развития); деградации многолетнемерзлых грунтов (местоположение, вертикальные деформации, скорость деградации); мостовых сооружений (определение почвенных процессов в области фундаментов опор).



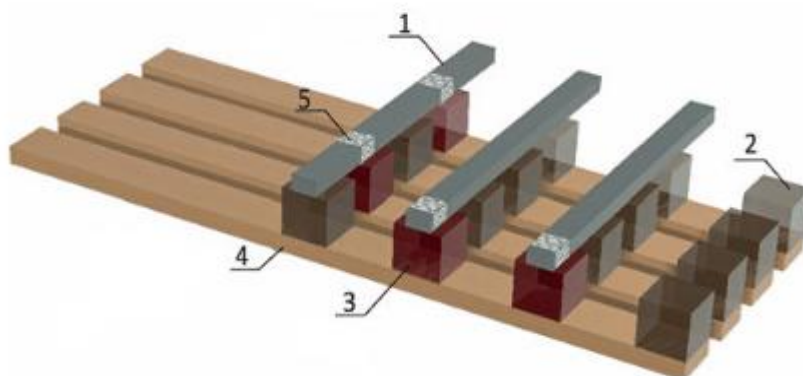
Состав системы мониторинга:
а — оползнеопасных участков; б — деградации многолетнемерзлых грунтов

На высокоскоростных участках сети ОАО «РЖД» планируется ввести данную систему для мониторинга состояния земляного полотна для обеспечения надежности и своевременности обнаружения деформации всего основания. Для получения важной информации о верхнем строении пути разработаны устройства, учитывающие принципы мониторинга состояния конструкций. К элементам, используемым для оценки шпал, относят следующие: характеристики свободной вибрации, использование бесконтактного лазерного датчика изображения, квадратичных отклонений кривизны формы, измерения на основе технического зрения с помощью алгоритмов цифровой корреляции изображений, ультразвукового тестирования и др.

Тихоокеанский государственный университет предлагает внедрение технологии «умных шпал», основываясь на принципе технического обслуживания в зависимости от фактического состояния конструкций. Благодаря этому способу можно создать сетевую систему диагностики железнодорожной линии, вести мониторинг деформационного состояния шпал в режиме реального времени.

В целях совершенствования сетевой системы диагностики верхнего и нижнего строения пути необходимо использовать новые, более совершенные методы и созданные на их основе приборы и устройства.

На сети железных дорог предлагается использовать новый метод неразрушающего контроля с помощью датчика контроля упругой деформации. Действие системы мониторинга для определения наличия дефектов или изменений в состоянии конструкций основано на использовании электроактивных и электропроводящих материалов. Предлагаемый метод неразрушающего контроля, основанный на использовании чувствительных материалов и технологий измерения, обеспечивает возможность своевременного обнаружения проблем с конструкциями.



Матрица сенсоров давления:
1 — магнитный металл; 2 — полимер (диэлектрик); 3 — полимер (ВПС); 4 — немагнитный металл; 5 — фазовый переход

Реализация данного метода с помощью матрицы сенсоров давления позволит определять прогиб металлического пролетного строения, а также осуществлять вибродиагностику мостового сооружения (контроль и регистрацию вибраций), устанавливать период основного тона и декремент колебаний.

Основные преимущества устройства – следующие: компактность и простота в использовании; экономия времени для проведения измерений; получение данных круглогодично в режиме реального времени; экономическая эффективность по сравнению с рассмотренными ранее методами. Однако ввиду отсутствия натурных исследований на объектах железнодорожной инфраструктуры, не изучено влияние подвижного состава, а также внешних климатических воздействий на точность получаемых данных и работоспособность устройства в целом.

Предложенный новый метод неразрушающего контроля представляет собой перспективное решение для диагностики верхнего и нижнего строения пути. Применение метода позволит увеличить срок службы элементов инфраструктуры. Компактность и простота в использовании матрицы сенсоров давления делают прибор эффективным в использовании, позволяя значительно сократить время на проведение измерений по сравнению с существующими методами. Стоит отметить, что перед широкой реализацией данного метода необходимо провести дополнительные испытания. Особенно важно оценить точность измерений в различных климатических и эксплуатационных условиях.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82536994_85295846.pdf

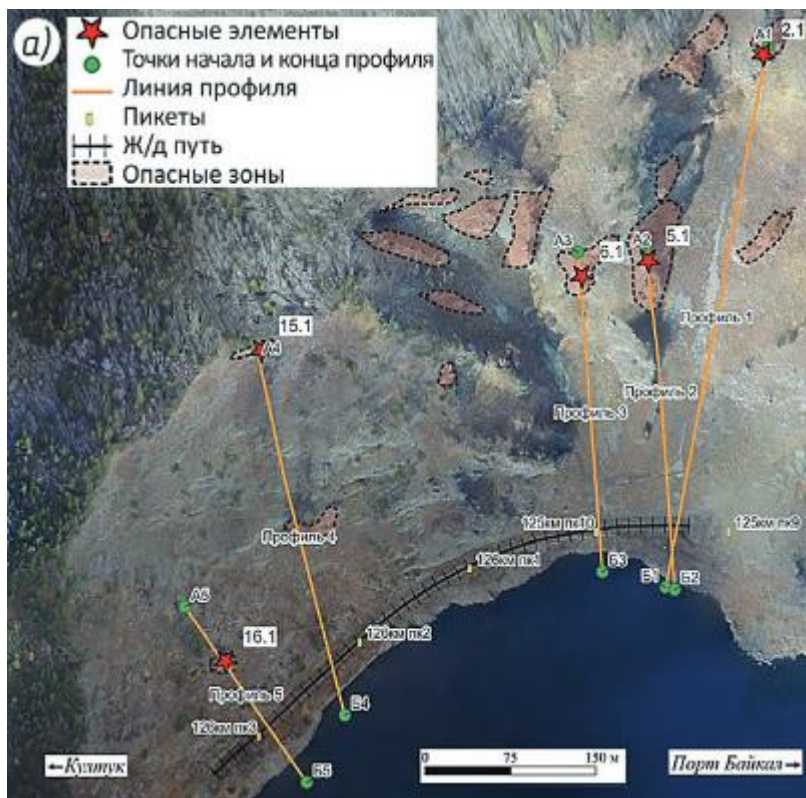
Обследование скально-обвальных участков беспилотными авиационными системами

Автор Каверзин И.А.

В границах Восточно-Сибирской дороги отмечено 703 участка с деформацией земляного полотна, из них 189 скально-обвальные. До 2023 г. натурные осмотры скально-обвальных участков проводили с применением бинокля и привлечением альпинистов-верхолазов подрядных организаций. Метод позволял оценить доступные и видимые части косогора. Обследование данных участков – сложная работа, которая сопряжена с рисками для персонала и обвалами, влияющими на бесперебойность и безопасность движения поездов. Оснащение инженерно-геологических баз БПЛА позволяет строить ортофотопланы и облако точек, но требует трудоемкой ручной постобработки. Определение опасных зон и элементов является субъективным и полностью зависит от опыта и внимательности инженера.

Для объективной оценки необходимо разработать систему аналитической обработки получаемых от БПЛА исходных данных с возможностью моделирования скально-обвальных участков и определения опасных зон и элементов.

С 2023 г. для обследования применяются БПЛА. Процесс включает в себя настройку и привязку к базовой станции, съемку местности, загрузку исходных параметров в компьютер, обработку исходных данных с помощью программного обеспечения и выявление подвижек горных масс и отдельных камней на цифровой модели.



Программный продукт Agisoft Metashape позволяет работать с фотографиями опасных зон и их координатами, строить облако точек, на основе которого создается цифровая модель, выполнять геодезические работы (строить план местности, поперечный и продольный профили, определять расстояния, площади и объемы наземных объектов).

Но для обследования скально-обвальных участков возможностей графического редактора недостаточно, и требуется программно-аппаратный комплекс для математического моделирования скального косогора.

Поэтому необходима доработка метода в следующих направлениях:

- применение БПЛА увеличенной грузоподъемности для использования двух фотокамер и сканера;
- приобретение специализированного программно-аппаратного комплекса;
- повышение квалификации работников по организации полета БПЛА и использованию нового подвесного оборудования.

Эффект от применения технологии ИРНИТУ заключается в уменьшении времени на диагностику, исключении нахождения работников в опасных и труднодоступных местах, возможности построения цифровой модели местности, применении программного комплекса с визуализацией опасных

участков и формировании ведомости с указанием высоты, привязки к пути с ранжированием по степени опасности.

Программное обеспечение учитывает высоту, крутизну, форму поверхности склона, расстояние от подошвы склона до крайнего рельса, среднее число трещин на 1 м, направление угла падения трещин по отношению к площадке размещения железнодорожного пути, что определяет степень опасности скально-обвального места (СП 116.13330.2012). С учетом полученных критериев строится трехмерная модель с указанием опасных элементов скально-обвального участка.

Заключительным компонентом разрабатываемой системы является модуль, обеспечивающий ранжирование площадей по степени риска проявления опасных экзогенных процессов и в дальнейшем используемый для их мониторинга. После проведения тестовых испытаний ожидается тиражирование технологии на сеть дорог.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82720032_15284097.pdf

Применение современных путевых шаблонов в путевом хозяйстве

Автор Соловьев А.Ю.

Основной задачей работников путевого комплекса является обеспечение безопасности движения поездов с допускаемыми скоростями, это напрямую зависит от диагностики состояния объектов путевой инфраструктуры и, в частности, измерений геометрии рельсовой колеи на пути и стрелочных переводах, выполняемых силами путейцев. Путевой шаблон – это ручной переносной инструмент для контроля параметров железнодорожного пути и стрелочных переводов при ремонте, строительстве и организации текущего содержания пути.

В 2020 г. электронные путевые шаблоны были введены в постоянную эксплуатацию. Основными целями при их внедрении являлись цифровизация процесса, прозрачность результатов измерений и доступность их автоматизированного анализа.



Первоочередная задача, которая ставилась перед инфраструктурным блоком, – обеспечить измерения геометрических параметров рельсовой колеи и стрелочных переводов только новыми средствами на всем протяжении железнодорожного пути. Основными пользователями современных средств измерений на тот момент были контролеры состояния пути, промерявшие путь и стрелочные переводы по графику.

Электронный путевой шаблон работает совместно с мобильным рабочим местом, компактным устройством, как обычный сотовый телефон, на экране которого отображаются данные проведенного измерения в конкретном месте. Организация промеров стрелочных переводов с применением электронных шаблонов и мобильных рабочих мест позволяет отображать результаты в Единой корпоративной автоматизированной системе управления инфраструктурой с формированием электронной книги ПУ-29 и исключить ее ведение в бумажном формате, что значительно сокращает время фиксации параметров.

Управлением пути и сооружений разработана и внедрена система по контролю за устранением неисправностей пути, выявляемых мобильными средствами диагностики, с применением мобильных рабочих мест и электронных путевых шаблонов.

Устранение неисправностей контролирует диспетчер дистанции пути/инфраструктуры по фотоматериалам с места устранения неисправности с учетом геопозиции места руководителя работ. Диспетчер дистанции по полученной информации подтверждает устранение неисправности. При отсутствии такой возможности подтверждение устранения неисправности в информационной системе обеспечивается лично руководителем дистанции с применением электронной цифровой подписи.

Безусловно, при работе с современными средствами измерений могут возникнуть трудности с передачей данных в виду отдаленности путевых бригад от центров сотовых сетей при выполнении ими работ текущего содержания пути.

С целью организации мероприятий по развитию процессов применения мобильных рабочих мест в путевом хозяйстве в Центральной дирекции инфраструктуры сформирована рабочая группа, деятельность которой направлена на совершенствование процесса и формирование приоритетов развития функционала современных средств измерений.

На постоянной основе осуществляется мониторинг эффективности применения внедряемых современных устройств работниками структурных подразделений путевого комплекса. Внедрение новейшей техники, приборов и технологий – главная задача, которую ставит перед собой Управление пути и сооружений.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82720033_58257119.pdf

Анкерное рельсовое скрепление АКМ-65

Автор Соломатин Е.В.

В настоящее время активно ведется разработка конструкции пути и технологии его обслуживания, обеспечивающей наработку пропущенного тоннажа 2,5 млрд т брутто. Кроме того, такой путь должен удовлетворять Техническим требованиям к инфраструктуре железнодорожного транспорта на участках обращения грузовых поездов повышенного веса и длины. В рамках этой задачи предложены новые конструкции земляного полотна и балластной призмы, стрелочных переводов, шпал и промежуточных рельсовых скреплений.

Для сравнительных испытаний разработчиками предложено несколько вариантов промежуточных рельсовых скреплений. Одним из них является скрепление АКМ-65. Анкерное промежуточное рельсовое скрепление АКМ-65 предназначено для прикрепления рельсов к железобетонным, полимербетонным или композитным подрельсовым основаниям, таким как шпалы, брусья, плиты, блоки, лежни и другие, и может найти применение на магистральных железнодорожных линиях, в том числе особо грузонапряженных, в тоннелях, метрополитенах и на подъездных путях промышленных предприятий.

Конструкция скрепления АКМ-65 устойчива к воздействию загрязнителей и запесочивания на горно-перевальных участках с большими уклонами и обращением длинно составных и тяжеловесных поездов. Скрепление предназначено для эксплуатации в климатических зонах с годовой амплитудой температур свыше 110°C. Общая масса скрепления – 6 кг, закладных элементов – 2,8 кг.



Скрепление АКМ-65 на опытном участке

У крепления АКМ-65 имеется возможность регулировать ширину рельсовой колеи за счет комбинаций различных толщин вертикальных полок боковых упоров и/или упорных пластин (металлических вставок), размещаемых изнутри или снаружи колеи. Возможные варианты регулировки представлены на рисунке.



Схемы вариантов регулировки ширины колеи (зеленые боковые упоры имеют вертикальную полку толщиной 6 мм, оранжевые — 8 мм; цифра после знака «+» обозначает толщину металлической вставки)

С целью обеспечения максимальной эффективности нового крепления, снижения временных и материальных затрат, исключения внедрения в практику некорректных технических решений проведены предварительные расчеты деталей узла методом конечных элементов. Конечно-элементный анализ показал надежность крепления, требуемую для безопасного движения поездов. В рамках постановки продукции на производство проведен полный комплекс испытаний крепления в соответствии с ГОСТР 15.301–2016. На узел АКМ-65 получен сертификат подтверждения соответствия.

В ходе разработки конструкции железнодорожного пути и системы его технического обслуживания, обеспечивающей наработку 2,5 млрд т брутто, по методикам, утвержденным ОАО «РЖД», проведены лабораторные стендовые испытания узла крепления АКМ-65 и уложен опытный участок на Экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ», по которому в настоящее время пропущено более 200 млн т брутто.

Для продолжения сравнительных эксплуатационных испытаний на перегоне Заозерная – Камала Красноярской дороги, где условия эксплуатации очень сложные, в октябре 2024 г. были уложены опытные участки с

различными конструкциями верхнего строения пути. Результаты лабораторных стендовых испытаний и предварительные итоги эксплуатационных испытаний на Экспериментальном кольце и Красноярской дороге позволяют утверждать, что промежуточное рельсовое скрепление АКМ-65 будет в полной мере удовлетворять Техническим требованиям к железнодорожному пути и системе его технического обслуживания, обеспечивающей наработку пропущенного тоннажа 2,5 млрд т брутто. Новое скрепление предоставит возможность обращения поездов повышенной массы и длины на грузонапряженных участках.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82720035_92732217.pdf

Перспективные технологии для подвижного состава

Автор Засорин С.В.

В прошлом году правительство выделило ОАО «РЖД» 1,074 трлн руб. Из них 440 млрд руб. направлены на расширение магистральной структуры, 350 млрд руб. – на обновление железнодорожной структуры, 202 млрд руб. – на закупку подвижного состава (что в 1,5 раза превышает показатель прошлого года). Помимо этого, инвестпрограмма включает поддержку предприятий транспортного машиностроения в виде заказа более 600 локомотивов и 555 вагонов различных категорий. Исходя из этих данных, можно сделать вывод о том, что государство заинтересовано в дальнейшем развитии тягового подвижного состава (ПС), именно поэтому с каждым годом увеличивает финансирование отрасли. В настоящее время эта сфера находится на стадии перехода от традиционных технологий к новым, более современным и эффективным.

На сегодняшний день локомотивостроение включает использование компьютерного моделирования, улучшение конструкции локомотива, внедрение электронных устройств управления и диагностики состояния техники. Немаловажным фактором является экологическая чистота и энергоэффективность двигателей. Особое внимание уделяется гибридным и электрическим двигателям, которые соответствуют двум вышеупомянутым критериям. Указанные технологии существенно снижают вредные выбросы, одновременно с этим обеспечивая высокую производительность. Соответственно, сейчас ведутся активные действия, направленные на развитие тягового ПС. Одна из основных перспектив развития – улучшение качества и работоспособности двигателя. Этот факт уменьшит возможность ошибки, поломки, а также сможет сократить количество затрат.

Кроме того, планируется создание автономных локомотивов, которые смогут работать без непосредственного влияния человека. Очевидно, что такое нововведение значительно упростит работу людей в этой сфере, а также исключит фактор человеческой ошибки при работе. Конечно, не исключена вероятность того, что появятся новые проблемы, например, неисправность работы программы или искусственного интеллекта, которые будут задавать

алгоритм выполнения задач, но, несмотря на это, эффективность работы увеличится.

Также данная перспектива ведет к еще одной проблеме, а именно переквалификации сотрудников и подготовки новых кадров. Такое продвижение будет требовать работы с программным обеспечением, для чего необходима специальная подготовка. На введение подобных технологий понадобится существенное количество времени.

Помимо этого, важным направлением в развитии рассматриваемой области служит использование современных материалов, которые дадут возможность облегчить конструкции, а также увеличат их прочность. Данные нововведения приведут к снижению веса локомотивов и сокращению потребления топлива. Если технологии будут развиваться в таких векторах, далее уменьшится объем финансирования в эту сферу в будущем.

Но также стоит принимать во внимание, что это повлечет за собой дополнительные расходы на разработку и создание таких конструкций. Учитывая тот факт, что в новых конструкциях будут использованы современные материалы, потребуются немалый денежный вклад в проекты по созданию локомотивов, поскольку будет необходима разработка и применение новых комплектующих, а также достаточно много финансов уйдет на рабочую силу, так как потребуются много специалистов из различных областей.

Несмотря на все трудности, данные усилия определенно будут стоить всех затраченных сил, времени и денег, ведь такие нововведения не только увеличат работоспособность локомотивов, но и уменьшат их вредное воздействие на окружающую среду за счет сокращения потребления топлива. Имеются проблемы по типу финансирования или недостатку специалистов в указанных направлениях, но они решаемы.

Таким образом, данная отрасль активно развивается и имеет перспективы для увеличения эффективности локомотивов. Открытым остается вопрос о том, сколько времени займет разработка и внедрение технологий.

В ближайшие полвека можно ожидать революционных изменений в технологиях ПС. В первую очередь это, как уже отмечалось ранее, создание автономных локомотивов. Эта возможность связана с активным созданием и развитием новых технологий. Помимо автономной работы, будет усовершенствована система управления и встроена диагностика состояния, что позволит минимизировать труд человека.

Новые машины станут умным элементом единой интеллектуальной системы, которая станет управлять движением на сети дорог. В них будет возможность внедрения системы дистанционного управления. Локомотивы смогут взаимодействовать с инфраструктурой, центрами управления движением, а также станут центром сбора информации на линии.

Вместе с этим планируются изменения в конструкции и используемых материалах для тягового ПС. Модели, которые существуют сегодня,

достаточно недолговечны. Хотя в среднем срок службы этих машин составляет примерно от 30 до 50 лет, уже к 30 годам они устаревают, отстают по производительности от локомотивов новых поколений и перестают быть эффективными в работе. Такая продолжительность работы определяется совокупностью нормативов безопасности и требований по обеспечению тяговых характеристик.

Кроме того, планируется переход на более экологичные виды топлива. Компания «Российские железные дороги» считает перспективным запуск подвижного состава на водородной тяге. Вообще использование этого вещества считают решающим поворотом в энергетической революции, его применение в качестве топлива для транспорта могло бы решить проблему загрязнения атмосферы вредными выбросами.



Водородный двигатель является самым экологически чистым, но в то же время и технически сложным. В результате работы двигателя сжигается водород, что дает обычный водяной пар. Внедрение водородного транспорта способно совершить коренной переворот в этой области. Водородная энергетика – новый экологический тренд и ОАО «РЖД» может оказаться в числе его последователей.

Водородная тяга имеет широкие перспективы на сети: примерно 49 % сети ОАО «РЖД» не электрифицировано, соответственно, они могут быть заменены водородными. Такие нововведения впервые очередь скажутся на экологическом состоянии местностей, меняя его в лучшую сторону. Водородная тяга способна заменить дизельную тягу на малонагруженных линиях.

Главной задачей ОАО «РЖД» является электрификация наиболее грузонапряженных участков, что позволит еще больше снизить долю использования дизельного топлива. Также планируется создание аккумуляторного автономного маневрового электровоза для крупных

железнодорожных вокзалов. По расчетам такие локомотивы будут требовать достаточно много финансов как на этапе разработки, так и при эксплуатации.
https://elibrary.ru/download/elibrary_82459056_60599954.pdf

Перспективы технологической независимости России в железнодорожной отрасли

Авторы Калачев М.А., Сотова У.А., Глазунова К.А.

В современных условиях одним из важнейших компонентов устойчивости страны является ее технологическая независимость. Технологический суверенитет в транспортной отрасли предполагает минимизацию зависимости от иностранных компонентов и специалистов.

Риски технологической зависимости

Экономические риски	Политические риски	Технологические риски
потеря конкурентоспособности на мировом рынке	санкционные ограничения на импорт и экспорт	дефицит технологий, ограниченность доступа к мировым технологиям
уязвимость к колебаниям валютных курсов	угрозы со стороны других государств (в частности, кибератаки)	риск устаревания инфраструктуры
повышение цен на оборудование и услуги	политическая нестабильность	дефицит квалифицированных специалистов

К факторам повышения уровня технологической независимости в транспортной отрасли можно отнести:

- 1) импортозамещение (создание аналогов импортных комплектующих и поддержка российских поставщиков компонентов);
- 2) подготовка собственных квалифицированных кадров;
- 3) внедрение инновационных решений (инвестиции в НИОКР).

Проведенный в статье анализ показал, что стоимость российского оборудования в среднем ниже импортного за счет локализации производства и использования местных ресурсов. В транспортной отрасли технологическая независимость означает, что страна может самостоятельно производить подвижной состав, строить инфраструктуру и разрабатывать системы управления транспортом, что особенно важно для высокоскоростных магистралей (ВСМ), где требуются передовые технологии.

В транспортной сфере технологическая независимость железнодорожной отрасли включает в себя три основных компонента:

- 1) производство подвижного состава, которое охватывает создание и выпуск подвижного состава, включая локомотивы, различные типы вагонов и пассажирских поездов;

2) инфраструктурное направление, включающее проектирование, строительство и обслуживание железнодорожных путей, мостовых конструкций и тоннельных сооружений;

3) сегмент систем управления, который предполагает разработку и внедрение автоматизированных комплексов, цифровизацию процессов и создание надежных систем безопасности движения.

Российская железнодорожная отрасль имеет высокий уровень технологической независимости. Россия полностью обеспечивает себя подвижными составами, включая паровозы и электровозы, самостоятельно строит железнодорожные пути и разрабатывает автоматизированные системы управления движением. Однако будущее отрасли связано с развитием высокоскоростных магистралей (ВСМ), которые становятся ключевым направлением модернизации транспортной инфраструктуры.

Высокоскоростные магистрали давно являются точкой соревнований технологического прогресса в транспортной сфере. Конкурентами России в данном сегменте являются Китай и страны ЕС. Китай – мировой лидер по протяженности ВСМ с более чем 40 тыс. км высокоскоростных линий. В Европе, в странах ЕС, общая длина ВСМ превышает 11 тыс. км, причем лидирующие позиции занимают Испания, Франция и Германия.

В России развитие ВСМ находится на начальном этапе. На данный момент существует единственная высокоскоростная магистраль – Москва – Санкт-Петербург, протяженностью около 650 км. Планируется строительство новых участков, таких как Москва – Казань, но их реализация требует значительных инвестиций и времени, что свидетельствует о значительном разрыве в темпах развития с Китаем, так как там за последние 10 лет смогли построить свыше 20 тыс. км ВСМ. Несмотря на то что Россия находится на начальном этапе развития ВСМ, она обладает значительным потенциалом для масштабирования этого проекта. Однако основным сдерживающим фактором является зависимость от иностранных технологий, что создает определенные риски для дальнейшего развития отрасли и требует особого внимания к вопросам технологической независимости.

Несмотря на общие успехи в железнодорожном транспорте, Россия пока не готова полностью обеспечивать себя технологиями для работы с ВСМ. В стране практически отсутствует собственное производство специализированных путей, стрелочных переводов и контактных проводов, необходимых для ВСМ, что вызывает зависимость от иностранных компаний-производителей и увеличивает стоимость реализации проектов по внедрению ВСМ. К ключевым элементам, без которых невозможно функционирование ВСМ, относятся контактный провод, способный выдерживать скорости свыше 400 км/ч, и стрелочные переводы, рассчитанные на скорости более 300 км/ч. Отсутствие достаточного количества отечественных производителей, способных удовлетворять потребности транспортного развития страны вынуждает прибегнуть к иностранным закупкам, что ведет страну к технологической зависимости.

Использование импортного оборудования в транспортной отрасли связано с рядом существенных недостатков. Прежде всего зарубежные технологии зачастую обходятся значительно дороже отечественных разработок. Это наглядно демонстрирует пример производства рельсов для высокоскоростных магистралей в России, где затраты удастся существенно снизить благодаря локальному производству и использованию местных ресурсов. Кроме того, существует риск ограничения доступа к важным компонентам из-за санкционного давления, что уже было в 2022 г., когда были введены ограничения на поставки электронных систем управления для железнодорожного транспорта. Дополнительным фактором риска становится зависимость от зарубежных специалистов при эксплуатации импортного оборудования, что также увеличивает расходы на содержание и при этом не дает гарантии на предоставление таких услуг в связи с политической нестабильностью.

Российские разработки имеют ряд существенных преимуществ. В первую очередь отечественное оборудование специально разрабатывается с учетом специфических климатических условий эксплуатации, что обеспечивает его повышенную надежность и износостойкость. Это хорошо иллюстрирует пример рельсов для высокоскоростных магистралей, созданных с учетом особенностей российского климата.

Экономическая эффективность также играет важную роль. Российские разработки обходятся значительно дешевле зарубежных аналогов благодаря использованию местных материалов и технологий, а также экономии на логистике и перевозках. Не менее важным преимуществом является минимизация рисков, связанных с санкционными ограничениями и логистическими проблемами, что делает отечественные технологии более надежными с точки зрения долгосрочной эксплуатации.

Одним из ключевых направлений развития транспортной отрасли является обеспечение кибербезопасности. Российские разработки в этой области позволяют снизить риски кибератак, которые особенно актуальны для систем управления транспортом. Государство активно поддерживает развитие отечественных технологий.

Существующее на данный момент отсутствие технологической независимости России приводит к ряду рисков, которые можно разделить на группы.

К экономическим рискам можно отнести потерю конкурентоспособности на мировом рынке из-за технологического отставания. Также стоит отметить уязвимость к колебаниям валютных курсов, от чего зависит сумма закупок материалов и сырья. Увеличение зависимости от иностранных поставок может привести к повышению цен на оборудование и услуги, а также к дефициту необходимых технологий.

К политическим рискам относятся:

- ограничение на импорт и экспорт из-за нестабильности международных отношений;

- невозможность сотрудничества с иностранными компаниями и закупки у них продукции и оборудования из-за санкций;
- угрозы со стороны других государств, требующие усиления контроля и защиты транспортных систем от утечек информации и террористических мотивов, что требует дополнительных затрат.

К технологическим рискам относятся:

- нехватка доступа к передовым технологиям может привести к замедлению внедрения инновационных решений и ухудшению качества услуг;
- риск устаревания инфраструктуры из-за невозможности модернизации, что влияет на безопасность и эффективность перевозок;
- дефицит квалифицированных специалистов.

Для снижения вышеперечисленных рисков нужно активно развивать отечественное производство. Подготавливая достаточное количество хороших специалистов, не стоит забывать об инвестициях в НИОКР для разработки новых технологий и оборудования, а также создания аналогов необходимых импортных товаров. Кроме этого, можно создать промышленные и научные кластеры, которые будут объединять предприятия, научные учреждения и государственные структуры для совместной разработки и внедрения инноваций. В современных условиях необходимо сконцентрировать внимание на импортозамещении. Содействовать появлению местных производителей, возможно, официально выдвигать необходимые для текущего технологического развития идеи, которые эти новые предприятия смогут реализовывать при материальной поддержке государства. В связи с нестабильной политической обстановкой в мире нужно налаживать и искать новых дружественных иностранных партнеров на базе заключения договоров или участия в международных проектах.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82513664_63349282.pdf

Инновации при перегрузке контейнеров на фитинговые платформы: оптимизация работы контейнерного терминала

Авторы Голубь Д.О., Гришкова Д.Ю.

В настоящее время контейнерные перевозки играют важную роль в сфере логистики и являются самым передовым способом доставки грузов, имеют преимущества по сравнению с другими видами перевозок. Контейнерные перевозки востребованы за счет уменьшенной себестоимости перевозок и повышенной сохранности грузов как во время движения, так и при грузовых операциях с контейнерами. Большинство контейнерных терминалов, в частности не имеющих достаточной длины погрузочно-выгрузочных путей, производят выгрузку контейнеров на контейнерную площадку, избегая варианта прямого перегруза с полувагонов на фитинговые платформы, что замедляет работу терминала и увеличивает время на отправление контейнерного поезда.

При варианте работы по выгрузке контейнеров на контейнерную площадку производится равномерное распределение штабелей по всей длине площадки для дальнейшего удобства и сокращения времени на погрузку контейнеров на фитинговые платформы для контейнерного поезда.

Перед началом погрузки транспортный диспетчер контейнерного терминала занимается подбором необходимого количества вагонов (фитинговых платформ) для погрузки контейнеров (в зависимости от их количества), входящих в нее, с условием вместимости полезной длины пути железнодорожной станции отправления, при этом для формирования ускоренного контейнерного поезда минимальная длина должна составлять не менее 69,15м, что необходимо для изменения тарифной ставки по перевозке контейнерного поезда.

Ускоренные контейнерные поезда, в отличие от грузовых, преодолевают в сутки не менее 900 км пути, что позволяет достичь минимальных финансовых и временных затрат. Поезд следует по твердому графику, в результате обеспечивается контроль за передвижением вагонов в режиме реального времени, что исключает вероятность задержек в пути. Обычные контейнерные поезда также отличаются от грузовых, так как их движение организовано по образцу пассажирских поездов: грузы не перерабатываются на сортировочных станциях, что существенно сокращает срок их доставки. Ускоренные контейнерные поезда – это совместное логистическое решение, которое существенно повышает эффективность доставки грузов. После подачи вагонов на погрузочно-выгрузочные пути контейнерной площадки производится размещение контейнеров в вагонах с помощью информационной системы управления контейнерными терминалами, одна из таких систем "SOLVO".

Важно учитывать тот факт, что от модели вагона зависят точные варианты размещения контейнеров, возможные для использования погрузки: так, например, зачастую на 60-футовую платформу возможно разместить только 40-футовый контейнер, и никак по-другому из-за отсутствия фитингов по краям вагона.



Фитинговая платформа с контейнерами, расположенными дверями наружу

Работа контейнерного терминала в большей степени зависит от грамотности транспортного диспетчера, распределяющего работу по погрузке контейнеров. Погрузка контейнеров на платформы по прямому варианту, в отличие от погрузки с контейнерной площадки, имеет следующие преимущества:

1. Сокращение времени на отправление контейнерного поезда. При прибытии поезда с полувагонами и ближайшем перегрузе сокращается время на оформление перевозочных документов и согласование нитки на отправление поезда, нежели при складировании. Важно учитывать, что в данном случае есть необходимое количество платформ и возможность подачи их на погрузочно-выгрузочные пути.

2. Значительно сокращается занятость контейнерной площадки. Важно учитывать тот факт, что ежедневно на контейнерном терминале согласовывается завоз на складирование новых поездов, происходит завоз ранее согласованных контейнеров и отгружаются уже накопленные; в связи с прямым перегрузом вместо складирования возможная вместимость контейнерной площадки для согласованных контейнеров под поезда увеличивается.

3. Сокращаются дополнительные грузовые операции. Помимо погрузки, на контейнерном терминале имеются другие виды работ с участием погрузчиков; уменьшение лишних грузовых операций может сокращать издержки терминала;

4. Уменьшаются расходы на погрузочно-разгрузочные работы, транспортировку и хранение контейнеров на терминале.

5. Снижение риска на повреждение контейнера или груза в контейнере. При дополнительных грузовых операциях вероятность повреждений грузовой единицы увеличивается, и это зависит не только от качества работы работников контейнерного терминала, но и от внешних факторов.

6. Повышение пропускной способности. За счет сокращения количества промежуточных этапов по погрузке вагонов увеличивается количество обрабатываемых контейнеров за единицу времени.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82513663_69303872.pdf

Цифровизация железнодорожного транспорта Российской Федерации как фактор риска кибербезопасности

Автор Уманец В.В.

Наиболее важной составляющей железнодорожной перевозки, с точки зрения продвижения цепочки поставок, является качество транспортного обслуживания, которое в основном выражается в скорости и сроках доставки товара, сохранности перевозимого груза и эксплуатационной надежности перевозки. Понятие «транспортно-логистический риск» рассматривается исходя из факторов, которые его образуют и влекут существенные финансовые и иные потери для всех участников железнодорожной перевозки.

Необходимо учитывать, что с момента начала известных событий в 2022 г., объекты информационной и коммуникационной инфраструктуры транспортно-логистического комплекса России подвергаются систематическим кибератакам, интенсивность и разнообразие которых постоянно увеличиваются. Положение с безопасностью на фоне кибератак на Российские компании ухудшилось вследствие таких факторов, как уход с российского рынка транснациональных компаний, разрабатывающих оборудование и программные продукты в сфере информационной безопасности (компаний-вендоров), и прекращение поддержки своих цифровых продуктов; образование угроз при использовании иностранных импортных систем вследствие невозможности обновления безопасности; кратное повышение стоимости импортных технических средств и программ, сбои в цепях поставок цифровых систем. Кибератаки на железнодорожный транспорт по итогам 2024 года имели серьезные последствия, которые выразились в реальных потерях от простоя подвижного состава, затрат на восстановление объектов железнодорожной инфраструктуры и вагонов и иных.

Наибольшее количество кибератак было совершено именно на информационные системы критически важной информационной инфраструктуры (КИИ) в транспортной отрасли. Негативными последствиями для пассажирского комплекса стали такие события, как сбои при продаже пассажирских билетов, удаление приложения из App Store. Кибератаки на транспортно-логистический комплекс железнодорожных грузовых перевозок повлекли к сбоям в работе таможенных систем, задержкам грузовых поездов и, как следствие, нарушению сроков доставки грузов, скоплению грузовых вагонов на станциях, снижению пропускных и провозных способностей железнодорожной инфраструктуры, то есть к существенному снижению качества транспортного обслуживания.

Выполненное исследование позволяет сформировать конфигурацию системы управления рисками цифровизации железнодорожной перевозки грузов и пассажиров и основные меры по противодействию кибератакам. Конфигурация представляется на основе следующих четырех элементов в их системной взаимосвязи и взаимодействии:

- 1) техника, применяемая при выполнении основных технологических операций, а также разрабатываемая с целью применения в перспективе;
- 2) технология, применяемая при выполнении железнодорожной перевозочной деятельности и предполагающихся (разрабатываемых) в будущем к применению технологических решений;
- 3) методы, используемые при достижении основных целей компании для идентификации и оценки рисков кибербезопасности;
- 4) нормативные и формализованные основы осуществляемой деятельности по противодействию кибератакам.

Основные транспортно-логистические риски и риск-факторы кибератак на КИИ железнодорожного транспорта

№	Риски	Риск-факторы
1	2	3
1	Технологические	Уязвимость программного обеспечения и оборудования: применение устаревших либо непротестированных систем и оборудования
		Отсутствие криптографии данных: перехват критически важной информации
		Атаки на IoT-устройства, повлекшие сбои в работе датчиков, систем сигнализации, автоматизации и блокировки
		Отказ технических средств, обеспечивающих функционирование резервных систем и оборудования
2	Организационные	Проектирование информационных систем и оборудования без учета актуальных данных о киберугрозах
		Недостаточное обучение сотрудников компании мерам противодействия кибербезопасности (ошибки персонала)
		Недостаточное обеспечение мониторингом и мерами реагирования на оперативное выявление и устранение кибератак
		Отсутствие и/или несоблюдение стандартов на уровне как компании, так и государства по управлению КИИ
3	Операционные	Кибератаки на системы диспетчеризации
		Диверсии со стороны третьих лиц и сотрудников компании
		Хищение данных об основных параметрах перевозочного процесса и персональных данных клиентов компании
4	Геополитические	Кибератаки со стороны других государств
		Санкции враждебно настроенных государств
		Военные конфликты

Два параметра конфигурации, связанных с применяемой техникой и технологией, а также перспективными разработками технико-технологических решений, предполагают достижение цели киберзащиты на самой ранней стадии – формирования инновационной идеи решения, разработки технико-экономического обоснования, выполнения мероприятий по проектированию и требований к разработке, системно увязанных с достижением основных коммерческих целей транспортно-логистической организации. Параметры, представляющие собой набор методов и подходов идентификации и оценки киберугроз, а также нормативной составляющей, формализующей и стимулирующей деятельность по противодействию

кибератакам, предполагают подготовку и введение в действие специализированных стандартов на межгосударственном и корпоративном уровнях и обновление путем внесения изменений в нормативные правовые акты федерального уровня.

В общем виде конфигурацию системы управления рисками цифровизации железнодорожной перевозки грузов и пассажиров можно представить следующим образом.

1. Анализ актуальных киберугроз.
2. Определение системы уязвимости: – управления движением;
– управления транспортно-логистической деятельностью;
– эксплуатации инфраструктуры и подвижного состава;
– операционной деятельности.
3. Определение уязвимых параметров системы:
– технических;
– технологических – методологических;
– нормативных.
4. Оценка рисков и риск-факторов актуальных киберугроз.
5. Формирование мероприятий по противодействию рискам.
6. Мониторинг и пересмотр рисков и риск-факторов кибератак.

Отдельного внимания заслуживает стандартизация методов оценки рисков на корпоративном уровне, в связи с существенным влиянием различия используемых перевозочными компаниями в своей деятельности транспортных средств и применяемой технологии. Возможно констатировать, что безусловно отличаются технические средства и применяемые технологии при выполнении перевозочной деятельности авиационным и железнодорожным транспортом.

Результаты исследования мероприятий по противодействию кибератакам позволили сформировать перечень соответствующих рекомендаций по защите от кибератак железнодорожного транспорта России, в частности:

- внедрение киберзащиты (IDS/IPS, SIEM, Zero Trust);
- регулярный аудит и пентестинг;
- обучение сотрудников;
- развитие аварийного восстановления (DRP);
- сотрудничество с государством (КИБ, CERT-Russia);
- сегментация сетей – изоляция сетей для критических объектов;
- создание резервных каналов;
- выполнение внутреннего мониторинга угроз (SIEM, SOC);
- формирование и обеспечение выполнения локального протокола безопасности.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82780115_27992532.pdf

Китай представил поезд на магнитной подушке со скоростью до 600 км/ч

Скоро по Земле можно будет передвигаться со скоростью самолета.

Поезд на магнитной подушке, разработанный в Китае и ставший самым быстрым наземным транспортным средством в истории страны, публично дебютировал в Пекине. Предполагается, что этот амбициозный проект значительно сократит время в пути и укрепит репутацию КНР как мирового лидера в области высокоскоростных железных дорог.

Поезд-маглев, способный развивать скорость до 600 км/ч, был представлен на этой неделе на 17-й выставке Modern Railways, пишет South China Morning Post. Разработанный China Railway Rolling Stock Corporation (CRRC), он имеет обтекаемую аэродинамическую форму с заостренным носом для снижения сопротивления воздуха. Новинку показал государственный телеканал CCTV.



По словам представителей CRRC, первый этап инженерных работ был завершен в июле прошлого года. Перед вводом в коммерческую эксплуатацию будут проведены дополнительные испытания маршрута, проверки безопасности и оценки инженерной жизнеспособности.

По данным шанхайского новостного сайта The Paper, поезд станет «точечным транспортным средством» между крупными городами, дополняя существующую железнодорожную сеть.

Например, при скорости 600 км/ч время в пути между Пекином и Шанхаем (1200 км) сократится с нынешних 5,5 часов на высокоскоростном поезде до всего 2,5 часов.

Старший инженер CRRC Шао Нань сказал The Paper, что проект призван «заполнить скоростной разрыв между высокоскоростными поездами и авиацией на расстояниях до 2000 км», сочетая пунктуальность и безопасность железнодорожного транспорта с быстротой авиаперелетов.

Сверхпроводящая магнитная левитация делает транспорт экологичнее и энергоэффективнее. Среди преимуществ – высокая скорость, низкий уровень шума и отсутствие выбросов. Кроме того, бесконтактная система снижает трение и механический износ, что снижает расходы на техническое обслуживание.

Магнитная левитация использует электромагнитную индукцию между сверхпроводящим магнитом на борту и полотном, которая активируется на скорости свыше 150 км/ч, позволяя поезду «парить». До этого порога поезд едет на резиновых колесах.

Первая китайская маглев-линия открылась в 2003 году с немецким поездом, соединяющим аэропорт Шанхай Пудун с городом. В 2016 году в Чанше запустили первую отечественную линию, а в 2017 году маглев появился в Пекине. Однако эти линии – низкоскоростные, с пределом в 120 км/ч.

С середины 2000-х китайская высокоскоростная сеть стремительно расширяется и сейчас стала крупнейшей в мире: к концу 2024 года ее протяженность достигла 48 000 км. В этом году планируется преодолеть рубеж в 50 000 км.

Это не единственное достижение Поднебесной по части высоких скоростей: в прошлом году там проведено испытание гиперлупа с проектной скоростью 1000 км/ч.

https://naukatv.ru/news/kitaj_predstavil_poezd_na_magnitnoj_podushke_so_skorostyu_do_600_kmch

Современные силовые полупроводниковые приборы для железнодорожного транспорта

Автор Ставцев А.В.

Железнодорожный электрический транспорт играет ключевую роль в экономическом, социальном и техническом развитии мирового сообщества. Современные проекты в этой области ориентируются на следующие направления:

- Высокоскоростные поезда;
- Водородные, гибридные и полностью электрические локомотивы;
- Бесшумный городской электротранспорт (метро, трамваи, электрички);
- Поезда на магнитной подушке.

Все эти сегменты требуют использования эффективных, компактных, легких и надежных тяговых преобразователей и преобразователей собственных нужд, способных работать при высоких напряжениях и повышенных частотах коммутации. К создаваемым образцам преобразовательной техники предъявляются следующие требования:

- Повышение надежности и срока службы;
- Снижение стоимости жизненного цикла и эксплуатационных расходов;
- Увеличение КПД и энергоэффективности в целом;

- Уменьшение массогабаритных показателей;
- Минимизация негативного воздействия на качество электроэнергии питающей сети.

Ключевым элементом преобразовательной техники являются силовые полупроводниковые приборы, которые во многом определяют их базовые характеристики. Таким образом, потенциал и развитие силовых полупроводниковых приборов напрямую влияют на технические возможности преобразователей для железнодорожного транспорта и, в конечном итоге, на характеристики подвижного состава в целом. Исходя из требований, предъявляемых к современной преобразовательной технике для железнодорожного транспорта, формируются соответствующие требования к силовым полупроводниковым приборам, используемым в этой отрасли.

Одним из ключевых требований является повышение плотности тока, которое достигается за счёт снижения динамических и статических потерь, увеличения максимальных рабочих температур и улучшения тепловых характеристик приборов. Кроме того, для улучшения потребительских свойств преобразовательной техники необходимо повышение частоты коммутации, что требует снижения паразитных индуктивностей в конструкции приборов и оптимизации распределения токов потоковедущим цепям.

Не менее важным требованием является повышение ресурса и надёжности приборов. В условиях интенсивной эксплуатации железнодорожного транспорта долговечность и стабильность работы силовых полупроводниковых приборов становятся критически важными параметрами.

Современные тенденции также включают требования к повышению степени интеграции, что позволяет создавать более компактные и функциональные устройства.

Наконец, снижение стоимости удельной мощности остаётся важным экономическим требованием, позволяющим внедрять передовые технологии без значительного увеличения затрат. Несмотря на доминирование транзисторных технологий в современных технических решениях, тиристоры не утратили своей актуальности и продолжают использоваться в силовых системах железнодорожного транспорта.

Современные быстродействующие тиристоры обладают сокращенным временем выключения, что расширяет область их применения. Появились тиристоры с элементами самозащиты, способные корректно переключаться при превышении предельного значения dV/dt , перенапряжении или приложении повторного напряжения в момент неполного восстановления. Также разработаны тиристоры с повышенной устойчивостью к циклическим нагрузкам.

В целом наблюдается тенденция к замене тиристорной техники на решения с использованием IGBT/SiC там, где это экономически и технически оправдано. Однако для некоторых задач классические тиристоры ещё долгое время будут использоваться параллельно с современными технологиями.

Современные тенденции развития силовых полупроводниковых приборов для железнодорожного транспорта направлены на дальнейшее повышение эффективности, интеграцию интеллектуальных функций и освоение новых материалов. Рассмотрим некоторые перспективные направления:

1. Интеллектуальные силовые модули (IPM, Intelligent Power Module). Это силовые модули, объединяющие в одном корпусе не только собственно транзисторы/диоды, но и встроенные драйверы управления, датчики тока, температуры, а также схемы защиты и диагностики.

2. Системы мониторинга состояния и предиктивная диагностика. Внедрение датчиков и электронных измерителей прямо в силовые модули открывает возможность непрерывно контролировать их состояние.

Перспективным является встроенный мониторинг параметров силового элемента: падения напряжения на открытом приборе, времени переключения, утечек, температуры кристалла, изменение теплового сопротивления и др. Можно предположить, что в новых поколениях тяговых преобразователей появятся “умные” силовые шкафы, способные сами сигнализировать о необходимости замены определенного модуля задолго до его отказа.

3. Новые полупроводниковые материалы и приборы будущего. Помимо SiC и GaN, которые уже вошли в практику, в лабораториях ведутся разработки силовых приборов на алмазе и других ультраширокозонных полупроводниках (оксид галлия Ga_2O_3 , нитридалюминия AlN и др.). Теоретически алмазные приборы могли бы работать при температурах $>300^\circ\text{C}$, коммутировать тысячи вольт на частотах в сотни килогерц, практически без потерь. За алмазом закрепилось название “крайний” или “ультимативный” полупроводник будущего, способный вывести электронику на новый уровень эффективности.

4. Новые методы охлаждения и компоновки. Параллельно с развитием самих приборов идут инновации в области их охлаждения. Появляются решения подвухстороннему охлаждению силовых модулей (охлаждение с обеих сторон чипа для равномерного отвода тепла) и использование тепловых трубок.

5. Глубокая интеграция комплектного электропривода. Также рассматривается интеграция силовых модулей непосредственно на тяговых двигателях – интегрированный привод, где инвертор крепится на корпус двигателя – это сокращает длину кабелей, уменьшает потери и помехи.

6. Улучшение характеристик IGBT. Нельзя забывать, что и традиционные кремниевые IGBT продолжают совершенствоваться. В настоящее время доступны IGBT VII поколения с еще более низким падением напряжения и возможностью работы при $+175^\circ\text{C}$. На подходе технологии с тонкопленочным затвором и новые конструкции ячеек, снижающие паразитные емкости и повышающие скорость.

Более того, появляется концепция гибридных модулей, где в одном корпусе используются и кремниевые IGBT, и SiC-диоды (для снижения обратных потерь), или параллельное включение SiC MOSFET и IGBT для

сочетания их преимуществ (SiC берет на себя быстрые переключения, IGBT – проведение больших токов).

Надёжность силовых полупроводниковых приборов – критически важный параметр в железнодорожной технике, где отказ тягового привода может вывести из строя целый поезд и повлиять на безопасность движения. При проектировании преобразователей закладывается ресурс, рассчитанный на десятилетия интенсивной эксплуатации (до 30 лет, что эквивалентно миллионам циклов нагрузки).

Отрасль силовой полупроводниковой электроники для железнодорожного транспорта находится в фазе динамичного развития. Новые материалы и интеллектуальные технологии открывают возможности для создания еще более эффективных, надежных и “умных” тяговых преобразователей. Это, в свою очередь, будет способствовать появлению более энергоэффективных и экономичных поездов, с меньшими затратами на их жизненный цикл и лучшими эксплуатационными качествами. Инженерам, занимающимся разработкой и эксплуатацией железнодорожной техники, важно следить за этими трендами, чтобы своевременно внедрять передовые решения и сохранять конкурентоспособность подвижного состава в современных условиях.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82388458_60630166.pdf

Перспективы применения спутниковой системы связи «ЭКСПРЕСС-РВ» в интересах российских железнодорожных компаний

Автор Фролов И.С.

В Концепции социально-экономического развития РФ до 2030 года большое внимание уделено развитию территорий крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока. Развитие данных территорий невозможно без строительства транспортных путей: автомобильных и железных дорог, а также модернизации существующих транспортных артерий, таких как Транссибирская и Байкало-Амурская магистрали. К задаче столь интенсивного развития данных территорий, строительства и модернизации железных дорог нельзя серьезно приступить без создания мощной инфраструктуры связи, с предоставлением всем пользователям (организации, физические лица) всего спектра современных инфокоммуникационных услуг (речь, данные, аудио, видео). Учитывая отдаленность и иногда труднодоступность этих территорий, создание там развитой инфраструктуры связи возможно только на базе систем спутниковой связи.

Применение спутниковых систем связи в интересах железнодорожных компаний (перевозчиков) обусловлено, прежде всего, отсутствием проводной (телефон, телетайп, ВОЛС) и беспроводной (радио, радиорелейной) связи. Данный фактор характерен для вновь строящихся железных дорог, таких как Тихоокеанская железная дорога, Амуро-Якутская железнодорожная магистраль с перспективами строительства железной дороги в Магадан,

Северного широтного хода. Применение спутниковых систем связи на участках Транссиби БАМ может осуществляться в качестве дополнения к существующим видам проводной, сотовой и радиосвязи, для предоставления мультисервисных услуг при осуществлении пассажирских перевозок, организации работы железнодорожных компаний, а также для мониторинга в режиме online технического состояния подвижного состава.

Современные существующие системы спутниковой связи базируются в основном на использовании космических аппаратов (КА), функционирующих на геостационарной орбите (ГСО). В средних широтах в районах со сложным рельефом нельзя избежать затенений геостационарных КА связи препятствиями (горами, лесом и городской застройкой), приводящих или к полному отсутствию связи, или к ее неустойчивому функционированию. Особенно заметно это проявляется при связи с такими подвижными объектами как подвижной состав железных дорог.

Обеспечить непрерывность и надежность спутниковой связи в интересах железнодорожных компаний на территории РФ в средних и северных широтах со сложным рельефом местности возможно при использовании вновь создаваемой компанией 1АО «РЕШЕТНЁВ» спутниковой системы связи (ССС) с космическими аппаратами «Экспресс-РВ» функционирующих на высоких эллиптических орбитах.

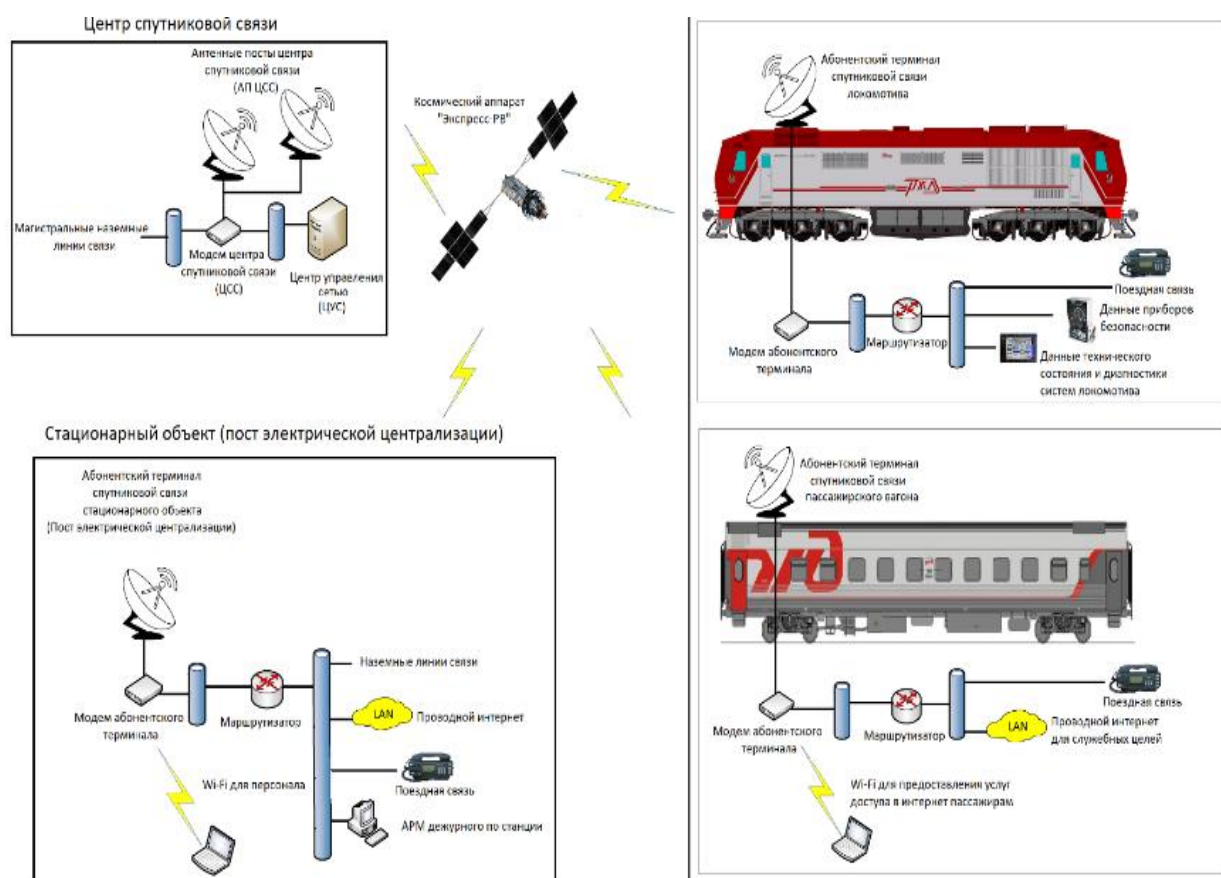


Схема перспективного применения системы спутниковой связи «Экспресс-РВ» в интересах железнодорожного транспорта.

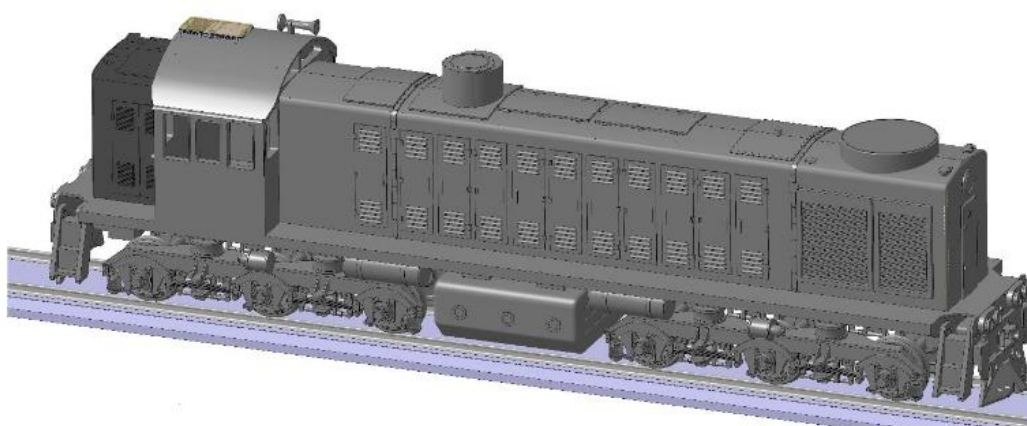
Космические аппараты данной системы спутниковой связи видны с земных станций (ЗС) и подвижных абонентских терминалов, расположенных в указанных районах, обычно под высокими углами (от 30° – 40° и больше).

В этих условиях затенения практически полностью исключаются. Спутниковая система связи «Экспресс-РВ» состоит из космического сегмента (орбитальная группировка космических аппаратов) и наземного сегмента (наземного связного комплекса, состоящего из центра спутниковой связи и абонентских терминалов).

В рамках создания данной системы разрабатывается несколько типов абонентских терминалов для установки как на стационарных объектах, так и на подвижных (подвижной состав железных дорог). Применение систем спутниковой связи на ВЭО имеют такую важную и значимую особенность, как необходимость слежения антенной системы центральных станций и абонентских терминалов за положением космического аппарата на орбите, так и космический аппарат должен иметь функцию перенацеливания узконаправленных антенн на земные станции и абонентские терминалы.

Данный фактор обусловлен тем, что КА постоянно передвигаются относительно земной поверхности, в отличие от геостационарной орбиты, где угловая скорость движения КА по орбите, расположенной в плоскости экватора Земли, равна угловой скорости вращения Земли, что создает эффект «зависания» геостационарного КА относительно поверхности Земли.

Электропитание данного терминала производится от промышленной сети переменного тока напряжением 220 Вольт частотой 50 Гц. Допустимая мощность электропотребления 1 кВт. Данный АТ, по условиям технического задания на его разработку, должен штатно функционировать на крыше пассажирского вагона или локомотива.



Расположение абонентского терминала на крыше локомотива

Перспективы применения спутниковой системы связи «Экспресс-РВ» после ее запуска и ввода в эксплуатацию поможет создать, а где-то и расширить возможности по предоставлению мультисервисных услуг связи

при осуществлении пассажирских перевозок и организации работы железнодорожных компаний.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82388458_58380715.pdf

Характеристики и принцип работы маглев-железной дороги

Авторы Цуй Д., Лю Ш.

Существуют различные виды транспорта, отвечающие требованиям людей, передвигающихся с разной скоростью. Скорость движения автомобильного транспорта обычно составляет от 50 до 100 км/ч, железнодорожного - от 100 до 300 км/ч, а воздушного - от 500 до 1000 км/ч. В настоящее время, с развитием высокоскоростных железных дорог, хотя скорость была улучшена, традиционная железная дорога все еще не может избавиться от ограничения, связанного с сопротивлением трения о землю. Поэтому существует разрыв между железной дорогой и авиацией.

Люди думают о том, как преодолеть разрыв между железной дорогой и самолетом. Магнитная железная дорога - это высокоскоростная система наземного транспорта, которая привлекает большое внимание в современном мире и имеет широкие перспективы развития. Хотя левитация использует электромагнитные силы, основные критерии можно разделить на две категории в зависимости от того, как поезд использует электромагниты:

1. Сверхпроводящее магнитное отталкивание (EDS). Сверхпроводящий магнит - это соленоид или электромагнит с обмотками из сверхпроводящего материала. Обмотки в сверхпроводящем состоянии имеют нулевое омическое сопротивление. Если такую обмотку замкнуть на коротко, то ток, индуцированный в ней, будет поддерживаться в течение почти произвольно долгого времени. Магнитное поле непрерывного тока, циркулирующего в обмотке сверхпроводящего магнита, чрезвычайно стабильно и непульсирует, что важно для многих применений в научных исследованиях и технике. Когда температура сверхпроводящего магнита превышает критическую температуру сверхпроводника, T_k , обмотки сверхпроводящего магнита теряют свои сверхпроводящие свойства при достижении в обмотках критического тока, I_k , или критического магнитного поля, H_k . Учитывая это, обмотки сверхпроводящих магнитов изготавливаются из материалов с высокими значениями T_k , I_k и H_k .

2. Магнитный отсос нормальной проводимости (EMS) EMS, или Normally Conducted Maglev, представляет собой систему левитации всасывания, которая сочетает в себе взаимное притяжение электромагнитов на локомотиве и ферромагнитных треков на направляющей для создания левитации. Нормальное проведение магнитной левитации поезда работы, первая регулировка нижней части транспортного средства левитации и руководство электромагнита электромагнитного всасывания, и наземный путь по обе стороны обмотки происходит в магнит реакции будет поезд левитации. Под реакцией направляющего электромагнита в нижней части транспортного

средства и магнита трека, колеса сохраняют определенное боковое расстояние от трека, чтобы реализовать бесконтактную поддержку и бесконтактное ведение колес и рельсов в горизонтальном и вертикальном направлениях. Поскольку левитация и наведение не зависят от скорости движения поезда, поезд может левитировать даже после остановки.



Магнитные железные дороги имеют существенные отличия и особенности от обычных железных дорог. Поезда, движущиеся по обычным железным дорогам, используют локомотивы для тяги, создавая трение между колесами и рельсами за счет давления на верхнюю структуру пути. Поезда, движущиеся по магнитным железным дорогам, используют электромагнитную систему для создания притягивающих или отталкивающих сил для подъема транспортного средства, так что весь поезд подвешен на рельсах и управляется электромагнитными силами. Линейные двигатели преобразуют электрическую энергию непосредственно в тягу.

Существует множество конструкций линейных двигателей, но все их можно разделить на две категории - двигатели с низким ускорением и двигатели с высоким ускорением.

Двигатели низкого ускорения используются в общественном транспорте (маглев, монорельс, метро). Высокоскоростные двигатели очень короткие и обычно используются для разгона объектов до высоких скоростей и последующего их сброса. Их часто используют для изучения столкновений на гиперскоростях, например, при запуске оружия или космических аппаратов.

Линейные двигатели также широко используются в качестве приводов подачи в металлорежущих станках и роботах. Они размещаются в поездах, на рельсах или и там, и там. Основной проблемой при проектировании является вес достаточно мощного магнита, поскольку для поддержки крупных компонентов в воздухе необходимо сильное магнитное поле.

Преимущества маглев-железной дороги:

1. Быстрая скорость и короткое время в пути.
2. Безопасность и надежность. Система магнитной левитации использует направляющие рельсы, что обеспечивает плавность хода, исключает возможность схода и опрокидывания транспортных средств, повышает безопасность и надежность движения поезда.

3. Низкое энергопотребление, защита окружающей среды, отсутствие загрязнения. Нет шума, нет вибрации, нет выхлопных газов, нет загрязнения окружающей среды.

4. Меньше проблем, низкие эксплуатационные расходы. Благодаря единым и непрерывным основным компонентам, у него меньше проблем и ниже стоимость обслуживания по сравнению с высокоскоростными и традиционными железными дорогами.

Недостатки маглев-железной дороги:

1. Высокая стоимость строительства и обслуживания путей.
2. Вес и энергопотребление магнитов.
3. Электромагнитные поля, генерируемые маглевом, могут причинить вред экипажам поездов и/или жителям близлежащих домов. Даже тяговые трансформаторы, используемые на железных дорогах с переменным током, могут причинить вред машинистам, но в этом случае напряженность поля на порядок выше. Люди с кардиостимуляторами также не смогут ездить на поездах маглев.

4. На высоких скоростях (сотни километров в час) необходимо контролировать зазор (несколько сантиметров) между дорогой и поездом. Для этого требуются сверхбыстрые системы управления.

5. Необходима сложная путевая инфраструктура.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82391585_39882485.pdf

Цифровизация железнодорожного транспорта и ее влияние на экономическую эффективность

Авторы Надеждин С.В., Мелех Б.А.

Железнодорожный транспорт – один из ключевых элементов транспортной инфраструктуры, играющий важную роль в экономике стран. В последние годы внедрение цифровых технологий в сферу железнодорожного транспорта стало важным шагом для повышения его эффективности и конкурентоспособности. Такие цифровые инструменты интегрируются как пассажирский ж/д транспорт, так и для организации грузоперевозок.

Цифровизация железнодорожного транспорта представляет собой важный шаг к модернизации и оптимизации этой отрасли.

Современные технологии, такие как интернет вещей (IoT), большие данные и искусственный интеллект, становятся основными инструментами для повышения эффективности работы железнодорожной сети. Эти технологии позволяют осуществлять мониторинг состояния подвижного состава и инфраструктуры в реальном времени, что способствует снижению аварийности и увеличению надежности перевозок. Внедрение цифровых решений также позволяет улучшить обслуживание пассажиров, предлагая им новые, более удобные сервисы.

Среди ключевых направлений цифровизации железнодорожного транспорта можно выделить автоматизацию процессов управления движением поездов и мониторинга грузов. Использование интеллектуальных систем управления движением способствует оптимизации маршрутов и снижению задержек, что, в свою очередь, ведет к повышению пропускной способности путей.

Не менее важным аспектом цифровизации железнодорожного транспорта является повышение безопасности и защиты данных. Внедрение современных технологий требует создания надежной инфраструктуры кибербезопасности, которая смогла бы защитить информацию о движении поездов и пассажирах от потенциальных угроз. Анализ практического опыта железнодорожных операторов позволил сформулировать следующие способы влияния платформы блокчейн на деятельность отрасли железнодорожных грузоперевозок:

- формирование прозрачной и безопасной работы всей логистической цепочки (SupplyChain Management), обеспечивающей взаимодействие производителей, поставщиков, службы технического обслуживания и ремонта и др;

- смарт-контракты (Smart Contracts). Внедрение данного вида договоров позволяет автоматизировать многие процессы документооборота, контроль выполнения обязательств сторонами, а также обеспечивает безопасность и своевременность перечисления платежей за взятые обязательства. Прогрессивная технология уменьшает влияние на процесс человека, что снизит уровень коррумпированности железнодорожной отрасли грузоперевозок;

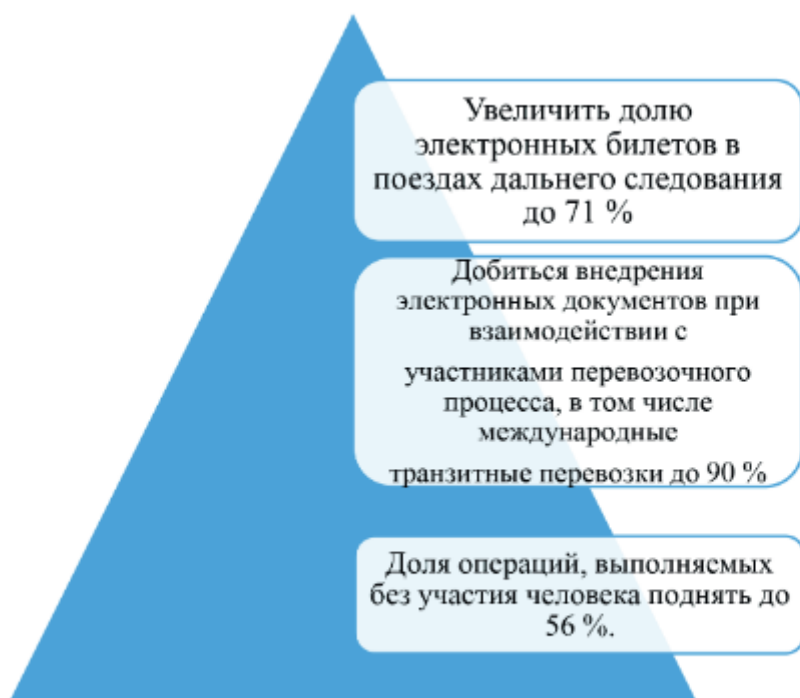
- ускорение процесса обмена данными (DataSharing) между контрагентами, такими как: движение поездов, техническое обслуживание, места перевалки, местонахождения поездов и др. Платформа блокчейн позволяет ускорять и автоматизировать безопасный обмен, организовать эффективное сотрудничество, выбор оптимального решения для участвующих сторон

- создание графиков движения поездов с учетом актуальных данных о месте нахождения грузовых поездов, его состава, статуса;

– организация процесса сертификации груза, обеспечение подлинности получаемых документов, исключение бюрократических и коррупционных составляющих процедуры.

Цифровизация железнодорожного транспорта становится ключевым направлением для повышения эффективности и безопасности перевозок. Одним из ярких примеров этой тенденции является внедрение систем интеллектуального управления движением. Еще одной важной стадией цифровизации является развитие систем электронного билетирования и мультимодальных транспортных услуг.

Наконец, применение IoT (Интернет вещей) в железнодорожном транспорте открывает новые горизонты для мониторинга состояния подвижного состава. С помощью датчиков и аналитических инструментов компании могут отслеживать техническое состояние поездов и инфраструктуры в реальном времени, что позволяет заранее выявлять потенциальные неисправности и проводить профилактическое обслуживание.



Основные направления в процессе цифровизации железнодорожного транспорта с планируемыми показателями до конца 2025 года

От улучшения управления движением и безопасности до повышения качества обслуживания клиентов – цифровые технологии способствуют значительному улучшению эффективности, снижению затрат и повышению конкурентоспособности железнодорожных перевозок. Примеры из разных стран, таких как Германия, Япония, Великобритания, Китай и Россия, демонстрируют успешное внедрение цифровых решений в транспортной отрасли и подтверждают важность этих технологий для будущего развития железнодорожного транспорта.



Основные преимущества, получаемые от процесса цифровизации функционирования железнодорожного транспорта

Еще одним значимым преимуществом цифровизации является возможность внедрения концепции «умного» железнодорожного транспорта.

Системы обработки больших данных позволяют анализировать и предсказывать спрос на услуги и грузоперевозки, что, в свою очередь, ведет к более эффективному распределению ресурсов и оптимизации графиков движения. Важную роль в процессе цифровизации играет и экологический аспект. Современные технологии, такие как electrification и автоматизированные системы управления, позволяют значительно сократить выбросы углерода и другие негативные воздействия на окружающую среду.

Таким образом, переход к цифровым технологиям в железнодорожном транспорте не только способствует улучшению экономической эффективности, но и отвечает современным требованиям устойчивого развития. Это делает железнодорожный транспорт более конкурентоспособным и привлекательным для пользователей, что является важным фактором в будущем развитии транспортной инфраструктуры.

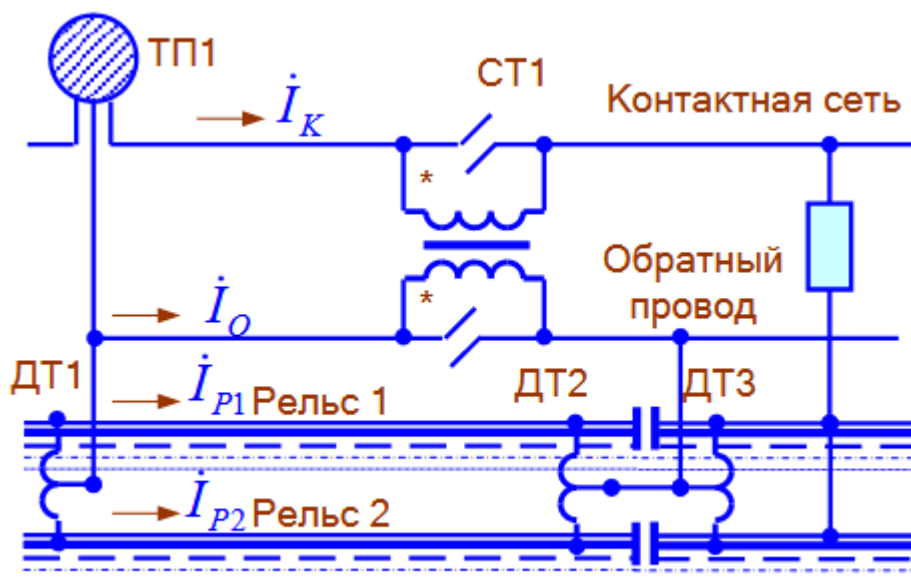
https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82388345_39769875.pdf

Моделирование электромагнитных полей в тяговых сетях, оснащенных средствами повышения электромагнитной безопасности

Авторы Крюков А.В., Суслов К.В., Середкин Д.А., Воронина Е.В.

Электромагнитно несбалансированные ТС железных дорог переменного тока создают ЭМП высокой интенсивности. Для уменьшения их негативного воздействия на персонал и окружающую природную среду следует применять технические средства, обеспечивающие существенное снижение

напряженностей ЭМП ТС. К их числу можно отнести монтаж специализированных трансформаторов, включаемых в рассечку дополнительных обратных проводов. Токи в рельсах, противофазные токам в контактной сети, создают защитный экранирующий эффект. Однако, значительная часть рельсовых токов ответвляется в землю и экранирование снижается. Для его повышения в рассечку КС включают первичную обмотку СТ, а в рассечку обратного провода – вторичную. СТ имеет коэффициент трансформации, равный единице, поэтому в землю уходит меньший ток и экранирующий эффект увеличивается.



Схемы включения СТ: ДТ – дроссель-трансформаторы

Важным параметром данного метода является расстояние между отсасывающими трансформаторами. Выбор его оптимального значения необходимо осуществлять с учетом режимных особенностей участка. Кроме того, в схеме обратный провод для его эффективного использования должен монтироваться как можно ближе к контактной подвеске.

В условиях цифровизации транспортной электроэнергетики практическому применению СТ должно предшествовать компьютерное моделирование, для выполнения которого необходимы модели, адекватно учитывающие все влияющие факторы. Полученные результаты моделирования позволяют сформулировать следующие выводы:

1. Электромагнитно несбалансированная тяговая сеть создает значительные уровни напряженности ЭМП, при этом ЭМП ТС состоит из смеси составляющих разных частот, что усиливает его негативное воздействие на персонал, население и окружающую среду.
2. Путем установки специализированных трансформаторов относительно небольшой мощности ($225 \text{ кВ} \cdot \text{А}$), включаемых в рассечку КС и дополнительного обратного провода, возможно заметно снизить

напряженности ЭМП и улучшить условия электромагнитной безопасности и экологии.

3. Данный подход не требует значительных капитальных затрат и может быть реализован на действующих и проектируемых участках электрифицированных железных дорог.

4. Уровни снижения напряженностей ЭМП с помощью СТ зависят от многих факторов, таких, как: масс поездов, графиков движения составов, профилей пути, характеристик используемых локомотивов, электрических свойств грунта, профиля рельефа (насыпей, выемок, скосов). Поэтому решение о применении СТ должно приниматься на основе результатов компьютерного моделирования по описанным в данной работе моделям.

5. В особо критичных зонах по условиям безопасности и экологии можно использовать дополнительные меры по снижению негативного воздействия ЭМП.

На основе анализа публикаций и результатов компьютерного моделирования установлено, что электромагнитно несбалансированные тяговые сети 25 кВ могут создавать ЭМП значительной интенсивности, которые могут оказывать негативное влияние на людей и окружающую среду, особенно в ситуации прохождения железной дороги через территории жилой застройки. Учитывая значительную протяженность электрифицированных ЖД и массовое строительство новых линий, ущербы от негативных воздействий ЭМП можно признать существенными. Кроме того, для подключения тяговых подстанций используются высоковольтные ЛЭП, также негативно влияющие на окружающую среду.

Компьютерное моделирование, проведенное в программном комплексе Fazonord, показало, что негативные влияния ТС могут быть значительно снижены на основе применения специализированных трансформаторов, включаемых в рассечку КС и дополнительного обратного провода.

В ходе дальнейших исследований по данной тематике запланировано решить следующие задачи:

1) разработать алгоритмы и компьютерные модели для определения оптимального расстояния между СТ;

2) предложить методику выбора рациональных координат подвески обратного провода;

3) вблизи трассы железной дороги располагается значительное число проводящих конструкций, которые могут оказывать влияние на характер распределения ЭМП в пространстве, окружающем тяговую сеть; к ним можно отнести опоры ТС, мосты, современные здания с металлическими несущими элементами, путепроводы и т. д.; вблизи этих сооружений электромагнитное поле становится трехмерным и задача его моделирования существенно усложняется; для ее решения можно использовать подход, основанный на концепции проводников ограниченной длины.

Мощные источники ЭМП, расположенные на железнодорожных станциях перегонах, могут оказывать негативное влияние на персонал,

окружающую среду и современное электронное оборудование информационных систем и телекоммуникаций. Воздействие смесей ЭМП, включающих составляющие различных частот, вызывают патологии нервной, сердечно-сосудистой, репродуктивной, эндокринной и других систем организма человека; при этом возникают следующие симптомы: неврастенические проявления, повышенное потоотделение, тремор пальцев рук, изменения электрической активности головного мозга, функциональные нарушения центральной и вегетативной нервной системы; нестабильность артериального давления и пульса, кардиоваскулярные отклонения.

Эффективным средством снижения негативных влияний ЭМП ТС, не требующим значительных капитальных затрат и реализуемым на действующих и проектируемых участках электрифицированных железных дорог, является установка специализированных трансформаторов относительно небольшой мощности (225 кВ·А), включаемых в рассечку КС и дополнительного обратного провода.

Компьютерное моделирование показало, что данный подход позволяет снизить средние величины напряженностей на высоте 1,8 метра для электрического поля на 20 %, а для магнитного – на 166 %. Аналогичные показатели для высоты 0,5 м соответственно равны 20 и 190 %. Физический механизм снижения интенсивности ЭМП состоит в усилении экранирующего действия рельсового пути.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82394204_63280618.pdf

В Китае продолжают строить магнитный «поезд будущего»: новые кадры

Автор Гвоздь И.

Сам поезд уже подтвердил свои возможности, так что рабочие продолжают возводить для него пути – вакуумную трубу, которая достигнет длины 1216 километров.

С 2022 года в Китае ведется строительство по-настоящему революционного проекта – системы UHS Maglev, которая будет состоять из вакуумной трубы длиной 1216 километров и поездов на магнитной подушке. По задумке, последние смогут перемещаться по необычным путям со скоростью до 1000 км/ч, что позволит добираться из Пекина в Шанхай за каких-то полтора часа.

На данный момент проект очень далек от завершения, хотя все равно на голову обгоняет любые аналоги, особенно туннели Hyperloop от Илона Маска. Но зато он реально находится на стадии строительства, что подтвердили китайские работники, опубликовав в социальных сетях кадры с уже готовым отрезком вакуумного трубопровода, по которому в будущем поедет поезд.



Напомним, что последний раз громкие новости о проекте UHS Maglev поступали в августе 2024 года, когда его авторы из компании CASIC успешно провели испытания сверхскоростного поезда на магнитной подушке T-Flight maglev. На тот момент революционный транспорт смог преодолеть участок трубы в 2 километра длиной, успешно проверив систему магнитной левитации.

А в апреле 2024 года тот же прототип поезда поставил рекорд скорости в тестовой версии вакуумной трубы, достигнув поражающих 623 км/ч. И это не предел, ведь испытания были ограничены готовым на тот момент двухкилометровым отрезком путей. Интересно посмотреть, чего достигнет поезд сейчас – в более длинном трубопроводе.

Интересно, что свои версии вакуумных туннелей для поездов появляются в разных концах света. Так, еще в марте 2024 года отрезок длиной 420 метров открылся на территории Нидерландов. А весной 2025 года экспериментальный участок в 410 метров запустили в Индии.

<https://hi-tech.mail.ru/news/128681-v-kitae-prodolzhayut-stroit-magnitnyj-poezd-budushchego/>